

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет електроніки

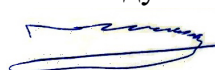
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра акустичних та мультимедійних електронних систем

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри



С.А. Найда

(ініціали, прізвище)

“01” червня 2020 р.

Дипломна робота

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 171 Електроніка (Електронні та інформаційні системи і технології телебачення, кінематографії та звукотехніки)

(код і назва)

на тему: Особливості застосування безпроводних технологій в системах «розумного будинку»

Виконав: студент IV курсу, групи ДВ-61

(шифр групи)

Вакуленко Сергій Юрійович

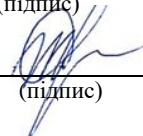
(прізвище, ім'я, по батькові)



(підпис)

Керівник доцент, к.т.н. Попович П.В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)



(підпис)

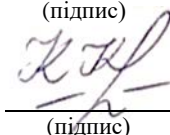
Консультант

(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент доцент каф. ЕПС, к.т.н., доц. Клен К.С.

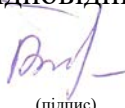
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)



(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент



(підпис)

Київ – 2020 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Факультет Електроніки

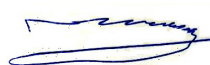
Кафедра акустичних та мультимедійних електронних систем

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність 171 Електроніка (Електронні та інформаційні системи і технології телебачення, кінематографії та звукотехніки)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри



С.А. Найда
(ініціали, прізвище)

«25» травня 2020 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломну роботу студенту**

Вакуленко Сергій Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: Особливості застосування безпроводних технологій в
системах «розумного будинку»

керівник роботи Попович Павло Васильович, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «25» травня 2020 р. №1198-с

2 Термін подання студентом роботи 01 червня 2020 р.

3 Вихідні дані до роботи: Технології безпроводових мереж: ZigBee, Z-Wave, Bluetooth, Wi-Fi, системи розумного будинку.

4 Зміст роботи: 1) Характеристика мережі розумного будинку 2) Технології та обладнання мереж розумного будинку, 3) Вибір технології для автоматизації розумного будинку.

5 Перелік ілюстративного матеріалу: слайди презентації за матеріалами

проведеного дослідження.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 11 березня 2020 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Написання першого розділу	24.03.2020	виконано
2	Написання другого розділу	20.04.2020	виконано
3	Написання третього розділу	10.05.2020	виконано
4	Підготовка матеріалів до друку та оформлення пояснювальної записки	30.05.2020	виконано
5	Підготовка та оформлення презентації для доповіді	1.06.2020	виконано

Студент

(підпис)

Вакуленко С.Ю.

(ініціали, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Попович П.В.

(ініціали, прізвище)

УДК 681.3.06

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 80 с., 25 рис., 4 табл., 18 джерел.

СТАНДАРТ, ІНТЕРНЕТ, ТЕХНОЛОГІЯ, ZIGBEE, Z-WAVE, BLUETOOTH, BLUETOOTH LOW ENERGY, WI-FI, РОЗУМНИЙ БУДИНОК, СЕНСОРНІ МЕРЕЖІ, СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ, БЕЗПРОВОДОВІ ТЕХНОЛОГІЇ, ДАТЧИКИ

Актуальність роботи. Технології телекомунікаційних мереж вдосконалювались з кожним роком. Завдяки цьому швидкісний інтернет став доступний скрізь, де є мобільний зв'язок. Це також впливає на створення нових ідей та технологій. Збільшився інтерес до безпроводових самоорганізованих мереж, які складаються із безлічі простих мініатюрних пристроїв (вузлів), кожен з яких містить мікроконтролер, приймач і автономне джерело живлення. Широке розповсюдження отримали технології безпроводового передавання даних: Bluetooth, Wi-fi, ZigBee, Z-Wave та інші.

Поняття «розумний дім» можна інтерпретувати як "розумно побудований дім". Це означає, що будівля повинна бути спроектована так, що всі сервіси могли б інтегруватися один з одним за допомогою безпроводових технологій. Це високотехнологічна система, яка може об'єднати всі концепції в одну, якою можна зараз керувати навіть з телефону.

Мережі, як люди, і мають зв'язок з різними пристроями. В одночас, використовуючи технології в системах розумного будинку, не кожний господар свого дому вибере будь-яку. Всі хочуть, щоб було зручне використання, швидка передача даних, безпека передачі даних та багато інших можливостей.

Отже, не всі мережі є надійним та зручними. Використання новітніх технологій та врахування досвіду для створення мереж Інтернету речей дає змогу проаналізувати та впровадити найоптимальніші варіанти для забезпечення мереж в системах розумного будинку та зручного їх користування.

Метою роботи є аналіз безпроводових технологій для систем «розумного будинку», порівняння їх між собою та визначення переваг і недоліків під час використання цих технологій.

Для досягнення поставленої мети потрібно виконати такі **завдання**:

- дослідити поняття та принципи «розумного будинку»;
- охарактеризувати безпроводові технології, які можуть застосовуватись в системах розумного будинку, визначити їх переваги та недоліки;
- на основі аналізу безпроводових технологій за запропонованими критеріями визначити безпроводову технологію, яку доцільно використовувати в системах «розумного будинку».

Об'єкт дослідження – методи та способи передавання даних в системах управління «розумним будинком».

Предмет досліджень – системи «розумного будинку».

Методи дослідження. В роботі використовують методи критичного та порівняльного аналізу під час теоретичного дослідження безпроводових технологій та обладнання систем «розумного будинку».

Отримані результати. Результати порівнянь безпроводових технологій показали, що кожна з них по своєму унікальна у використанні, має свої переваги та недоліки під час застосування в системах розумного будинку.

Галузь застосування. Результати роботи можна застосовувати під час побудови систем «розумного будинку». Результати порівняння допоможуть зрозуміти принцип використання таких мереж, обрати найбільш підходящу у конкретному випадку технологію та сформулювати бачення перспектив у своїй галузі.

ABSTRACT

Bachelor thesis: 80 pp., 25 fig., 4 tables, 18 references.

STANDARD, INTERNET, TECHNOLOGY, ZIGBEE, Z-WAVE, BLUETOOTH, BLUETOOTH LOW ENERGY, WI-FI, SMART HOUSE, SENSOR NETWORKS, CONTROL SYSTEMS, WIRELESS TECHNOLOGIES, SENSORS

The purpose of the work is to analyze wireless technologies for smart home systems, compare them and identify the advantages and disadvantages of using these technologies.

To achieve this goal, the following tasks need to be performed:

- to explore the concepts and principles of "smart house";
- to describe the wireless technologies that can be used in smart home systems, to identify their advantages and disadvantages;
- on the basis of the analysis of wireless technologies according to the offered criteria to define wireless technology which it is expedient to use in systems of "smart house".

The object of research are methods and ways of data transmission in "smart house" management systems. The subject of research is the system of "smart house".

Research methods. The paper uses methods of critical and comparative analysis during the theoretical study of wireless technologies and equipment of "smart house" systems.

The results obtained. The results of comparisons of wireless technologies have shown that each of them is unique in its use, has its advantages and disadvantages when used in smart home systems.

Field of application. The results of the work can be used in the construction of "smart home" systems. The results of the comparison will help to understand the principle of using such networks, choose the most appropriate technology in a particular case and form a vision of prospects in their field.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	8
ВСТУП	9
1 ХАРАКТЕРИСТИКА МЕРЕЖІ РОЗУМНОГО БУДИНКУ	10
1.1 Розумний будинок.....	10
1.2 Концепція розумного будинку	11
1.3 Можливості розумного будинку	12
2 ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ МЕРЕЖ РОЗУМНОГО БУДИНКУ	23
2.1 Загальні вимоги до бездротових технологій домашньої автоматизації .	23
2.2 Основні технології розумного будинку	27
2.3 Інтеграція Pronto і Domintell	57
3 БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИЙ ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗУМНОГО БУДИНКУ	63
3.1 Порівняльний аналіз деяких технологій бездротового доступу мережі управління розумним будинком.....	63
3.2 Вибір між ZigBee та Z-Wave.....	66
ВИСНОВКИ.....	72
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	74
ДОДАТОК А. SUMMARY.....	76

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

BLE	–	Bluetooth Low Energy
GSM	–	Global System for Mobile Communications
HTTP	–	HyperText Transfer Protocol
IEEE	–	Institute of Electrical and Electronics Engineers
OSI	–	Open System Interconnection
TCP	–	Transmission Control Protocol
UDP	–	User Datagram Protocol
Wi-Fi	–	Wireless Fidelity
WLAN	–	Wireless Local Area Network
ДУ	–	дистанційне управління
ІЧ	–	інфрачервоний
МАІ	–	метод аналізу ієрархій
ОС	–	операційна система
СНД	–	Співдружність Незалежних Держав

ВСТУП

Технології автоматизації розумний будинок, які є буденними за кордоном вже довгий час, з року в рік стрімко набувають популярності в Україні. Система розумного будинку створена для покращення умов проживання та полегшення щоденних клопотів у побуті, економії часу та коштів. Розумний будинок – це високотехнологічна система, яка може об'єднати всі комунікації дому, і керувати ними одним натисканням кнопки.

На даний час розумний будинок може багато чого, наприклад: управління освітленням і вентиляцією, контроль і управління аудіо, відео і ТБ, спостереження і управління пожежною сигналізацією і системою відеоспостереження, контроль і управління за датчиками, приводами і виключення аварійної ситуації. Найголовніше завдання системи управління та автоматизації - розпізнавати процеси і ситуації, що відбуваються в будинку, і відповідно на них реагувати по заздалегідь запрограмованим алгоритмам [1].

В дипломній роботі розглянуті такі питання:

- характеристика мережі розумного будинку. Ознайомлення з розумним будинком, його можливостями. Види управління, технологій, інтерфейсів для розумного будинку;
- технології та обладнання мереж розумного будинку. Було розглянуто такі технології для домашньої автоматизації: ZigBee, Bluetooth, Wi-Fi. Проведено аналіз, на основі загальних вимог до бездротових технологій домашньої автоматизації;
- вибір кращої технології для автоматизації розумного будинку. Для цього було проведено декомпозицію проблеми вибору єдиного кращого варіанту проектованої системи з деякої безлічі варіантів з урахуванням сукупності показників якості.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА МЕРЕЖІ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

1.1 Розумний будинок

Розумний будинок (англ. Smart House) - будинок сучасного типу, організований для кращого проживання людей за допомогою сучасних високотехнологічних пристроїв.

Саме поняття розумний будинок було сформульовано Інститутом інтелектуальної будівлі у Вашингтоні в 1970-х роках: будівля, що забезпечує продуктивне й ефективне використання робочого простору.

Принцип «Системи інтелектуального управління будинком передбачає абсолютно новий підхід в організації життєзабезпечення будинку, в якому за рахунок сукупності програмно-апаратних засобів значно зростає ефективність функціонування і надійність управління всіх систем і виконавчих пристроїв будівлі.

Під розумним будинком слід розуміти систему, яка повинна вміти розпізнавати конкретні ситуації, що відбуваються в будівлі, і відповідним чином на них реагувати: одна з систем може управляти поведінкою інших за заздалегідь виробленим алгоритмом. Основною особливістю такої будівлі є об'єднання окремих підсистем в єдиний керований комплекс. Важливою особливістю і властивістю розумного будинку є спосіб організації життєвого простору - це найбільш прогресивна концепція взаємодії людини з житловим простором, коли людина однією командою задає бажану обстановку, а вже автоматика відповідно до зовнішніх і внутрішніх умов задає і відстежує режими роботи всіх інженерних систем і електроприладів. У цьому випадку виключається необхідність користуватися кількома пультами при перегляді ТБ, багатьма вимикачами при управлінні освітленням, окремими блоками при управлінні вентиляційними і опалювальними системами, системами відеоспостереження та сигналізації та іншим [2].

У будинку, обладнаному системою розумний будинок досить одним натисканням на настінній клавіші (або пульта ДУ, сенсорної панелі) обрати

один із сценаріїв. Будинок сам налаштує роботу всіх систем відповідно до ваших побажань, часу доби, погодою, зовнішньої освітленістю і т. д. для забезпечення комфортного стану всередині будинку.

1.2 Концепція розумного будинку

Розумний будинок - не дослівний переклад англійського терміна "intelligent building". Під інтелектом в цьому випадку розуміється вміння розпізнавати певні ситуації і яким-небудь чином на них реагувати (природно, ступінь цього вміння може бути різною, в тому числі дуже високою). Разом з тим, відповідно до буквального перекладу з англійської, ІБ можна інтерпретувати як розумно побудоване [3]. Це означає, що будівля повинна бути спроектована так, що всі сервіси могли б інтегруватися один з одним з мінімальними витратами (з точки зору фінансів, часу і трудомісткості), а їх обслуговування було б організовано оптимальним чином (рис 1.1).



Рисунок 1.1 – Образ розумного будинку

Концепція розумного будинку містить в собі подібні положення:

- створення інтегрованої системи управління будівлею - системи яка зможе забезпечити комплексну роботу всіх інженерних систем будівлі: освітлення, опалення, вентиляції, кондиціонування, водопостачання, контролю доступу та багатьох інших;

- усунення всього обслуговуючого персоналу будівлі і передача функцій контролю, прийняття рішень підсистем інтегрованої системи, а також управління будівлею. У ці підсистеми якраз і закладається «інтелект» будинку - те, як воно буде реагувати на зміну параметрів датчиків системи та інші події, щось по типу позаштатних ситуацій;

- реалізація механізму миттєвого відключення і передачі при необхідності управління людині будь-якою підсистемою розумного будинку. Разом з цим людині повинен надаватися простий, зручний і однаковий доступ до управління і відображення всіх підсистем і частин розумного будинку;

- забезпечення коректної роботи окремих підсистем на випадок відмови загальної керуючої системи або інших частин системи;

- мінімізація вартості обслуговування і модернізації систем будівлі, що має забезпечуватися застосуванням загальних стандартів у побудові підсистем, автоматичне конфігурування і виявлення нових пристроїв і модулів при їх додаванні в систему;

- наявність в будівлі прокладеного комунікаційного середовища для того, щоб підключити до неї пристрої і модулі систем. Також можливість використання в якості комунікаційного середовища в системі управління різних типів фізичних каналів: силові лінії, радіоканал.

1.3 Можливості розумного будинку

Розумний будинок має масу переваг. Система управління дозволяє власникам створювати скільки завгодно складні і інтелектуальні процедури функціонування, тому що всі виконавчі системи можуть працювати

злагоджено і спільно. Звідси впливає реалізація безлічі ресурсозберігаючих процедур (рис.1.2):

- контролю доступу та забезпечення безпеки;
- обліку і контролю практично всіх параметрів систем і оперативне реагування на їх критичну зміну, причому реакція є комплексною і миттєвою;
- віддаленого контролю і управління будівлею, тому що всі інформаційні та керуючі канали зв'язку в такій системі є цифровими.



Рисунок 1.2 – Загальна структура розумного будинку

Системи освітлення. Розумних будинків з кожним роком стає все більше. Ми рухаємося спільно з технічним прогресом, щоб зробити найкраще життя у вашому будинку. Одним із спроектованих нашої роботи стала автоматизована освітлення. Створений набір оснащення Розумний будинок увібрав у себе всі можливості у представленій сфері.

Автоматизуйте всі системи у вашому житловому будинку, який лежить у легкому незабутньому. Наші знатоки позаботуються про всеохоплюючу розробку розміщення оснащення, роблять упор на планування вашої будівлі.

У вашій стані вірогідність доповнити систему Розумний будинок вступив у свою основу, у випадку, якщо ви бажаєте привласнити свою допомогу з великою кількістю острівців. Програмне забезпечення у справі просто настраивається.

Ви можете вибрати щось, як система управління освітленням «Умний будинок». У даному моменті ми відповіли для вас на даний питання.

До цього всього, це бережність електричної енергії. З підтримкою системи освітлення Розумний будинок ви зможете зруйнувати цілісну зону у вашому будинку. У випадку, якщо ви виходите із запізнювача, виключаєте світ і ущільнюєтеся від комнати, щоб детектори перемешкання включилися і світ виключає механічно.

Дистанційне управління освітлювальною системою «Умний будинок» має можливість включати в себе всі історичні світу, які не лишаються лише в будинку, но і в вуличному фонарі. Етнічна система, з підтримкою системи управління, ви можете влаштувати, коли вимкнути і відключити зовнішній світ.

Детекторії управління висвітленням «Умного будинку» будуть поставлені ще в прохідних зонах, які освячують кожен день, не діючи. Спробуйте вспомнити прощування, коли потрібно пропонувати пробувати по коридору, і немає часу, щоб вимкнути світ. Ви не зможете звільнитись від сего з підтримкою системи «Умний будинок» [4].



Рисунок 1.3 – Типова реалізація системи управління світлом

Управління мікрокліматом. Однією з найбільш затребуваних і корисних функцій системи розумний будинок є управління мікрокліматом в кожному окремому приміщенні будинку або квартири. Крім того, система дозволяє вносити зміни в клімат автоматично, в залежності від обраного сценарію (рис.1.4).

Система розумний будинок подбає про клімат-контроль. Будинок цілодобово стежить за такими параметрами як:

- температура повітря,
- рівень вологості,
- кондиціонування,
- фільтрація повітря.

Розумний будинок сам підготує умови для сну і до ранку змінить мікроклімат в кімнатах. Будинок стежить за всіма параметрами клімату. Регулює температуру і вологість [2].



Рисунок 1.4 – Типова реалізація системи управління мікрокліматом

Охоронна система розумного будинку дозволяла заавтоматизувати всі системи вашого будинку. У створених комплексах осені ми рекомендуємо для вас готові укладення розумний будинок, який включає в себе всеохоплююче програмування всіх систем у будинку:

- для дому;
- для квартир;
- для офісу;
- для журналу.

Одному з найголовніших функцій Разумного житла можливо іменувати систему охоронної сигналізації. У питаннях захищеності ми здобули достоїнства. Любому власнику принципово захищено лічний будинок від несанкціонованого проектування в будинку. Використовувати це можливо при допомозі системи охоронної сигналізації [5].

Система «Умний будинок» без праці розміщує несанкціоноване вторження будинку. Детектори перемещення відкликується на насичене відкриття дверей. Незалежно підключається сигналізація, яка оголошує

тревогу. У даному моменті система сигналізації відправила знак у охранный службі. У одночасно і в той час, коли ви отримаєте знак про вторгнення в будинок, і ви знайдете на своєму телефонному апараті в образі СМС або ж на електричній пошті. Метод получения ви самі устанавлюєте. Як тільки ви можете шукати сирену, старіть вісті побачити відеозаписи у випадку, якщо ви можете зайнятись у пакеті, а також у системі досконалої видимості для житла. Запись несомненно допоможе для вас відсипати ворів, у випадку якщо їх отримає переконати. Совместно з сиреною сигналізацією підключається і висвітлює. Ваше житло буде розраховано зачаровувати для соседей, щоб зацікавити їхню хворобу.

Придбати охранныю систему «Умный дом» в Україні стало елементарно. Дайте поставити житло на сигналізацію і узагальнюйте з нею доволі станет тільки надіслати натиск на свій власний брелок. Система управління Мудрий Жилище smart-home-companу.com.ua демонструє, що ваш будинок виявився як простий, так і при мельчайших відкритих історіях виявився чимось опосередкованим.

Необхідною особливістю виду розумний будинокв Україні вважається відеоаналітика. Система сама підвергає аналіз аналогічних приокремленихполученних даних і сама надає, як відреагувати. Етим чином, для вас не потрібно стартувати абстрактно на слідуванні.

Безпроводна система відеоздійснення має можливість працювати 24 години в день. У випадку, якщо ви вважаєте, що бажаєте змінити час роботи, то самі повинні настроїти її.

Відеоспостереження має можливість відрізнати безспокійні сигнали і відреагувати миттєво, виправити знак у наступних органах правопорядку.

Камери вбудовані світловими датчиками, наприклад, власне щось несподіваний світ має можливість дезорієнтувати похітеля.датчик руху - виявляє рух в приміщенні і відправляє сигнал тривоги на керуючий прилад (при певній настройці не реагує на домашніх тварин);

- датчик розбиття скла - віброакустический датчик, який виявляє розбиття вікна або скляних дверей і відправляє сигнал тривоги на керуючий прилад;
- датчик відкриття дверей - реєструє злом із проникненням у приміщення через двері;
- датчик затоплення - реєструє витік води і затоплення приміщення;
- датчик газу - реєструє витік газу і відправляє сигнал тривоги на керуючий пристрій;
- датчик диму - відправляє сигнал тривоги на керуючий пристрій при задимлення приміщення внаслідок пожежі;
- інфрачервоні бар'єри - встановлюються по периметру прилеглої до будинку території, дозволяють виявити зломисника, коли він тільки перебирається через паркан.



Рисунок 1.5 – Типова реалізація системи моніторингу

Дистанційне керування в будинку. Дистанційне керування обладнанням, яке входить в систему розумний будинок, можна розділити на два види (рис.1.6):

- для управління безпосередньо в будинку;
- при знаходженні на значній відстані.

Перший вид представлений пультом, який працює за допомогою інфрачервоного передавача або радіочастот. Ясна річ, передача сигналу з допомогою цих способів серйозно обмежена радіусом дії. Тому використовуються тільки в будинку - при істотному видаленні сигнал просто не дійде до обладнання [6].

Крім спеціального пульта для системи розумний будинок, може використовуватися смартфон або комп'ютер, так як більшість сучасних пристроїв підтримують роботу в мережах WiFi, а деякі оснащуються і інфрачервоним передавачем. Користувачеві необхідно тільки встановити програмне забезпечення для управління обладнанням.



Рисунок 1.6 - Типова реалізація дистанційного управління в будинку

Сучасні системи нерідко оснащуються модулями зв'язку, які дозволяють управляти обладнанням на значних відстанях, навіть з іншої країни.

Зв'язок, як правило, забезпечується стандартом GSM (3G або 4G). На смартфон, планшет або ноутбук користувач встановлює спеціальне програмне

забезпечення, яке і необхідно для контролю і управління обладнанням в будинку.

Мультирум. Мультирум - це оригінальна мультимедійна система, що розширює відео та аудіосигнали від різних джерельників (система відеозйомки, тюнера FM, DVD, програвальна машина, телефонні частини та ін.) у границях житлових будинків та за попередніми його. Система мультирумуну вважає більш комфортним винахідницьке заснування «Умного будинку» в цих живих і платформних приміщеннях, де є велика кількість окремих відділень. Качества наперед представленого оснащення дають можливість замінити його у просторах, де технічно або ж інімі основи неможовно ввести аудіо та відеоустройства (у санузле, басейні, на лоджії під не закритим небом).



Рисунок 1.7 – Типова реалізація системи – мультирум плектація і виявлення якості системи мультирум

Мультирум надає єдиний комплект серверного оснащення, який знаходиться в блоці управління, мікропроцесорі та контролері:

- матричними переключателями сигналів аудіо та відео;
- повешеними на стіну панелями управління;
- пультами дистанційного управління;
- акустическими системами.

Прибор має можливість бути встановленою у кожному просторі. Ви можете розмістити в одній і тож час неторокі кількості комплектуючих оснащення в різних комнатах. Для того, щоб сито в надлежачих будівлях у першому очевидці наводити кабель, об'єднаний з сервером і лишитися тільки забутий воплотить в життя включення [7].

Мультирум:

1. Нею можна руйнувати з будь-якого простору в будинку дистанційне, застосовуючи для сего як звичайний пульт, наприклад мобільний телефонний апарат або ж цифровий код.
2. За бажанням обладнателя будівництва вповновірно включила оснащення Мультирум до стаціонарного компу, власне що дотримується системи для прослуховування музики, перегляду відео, виправлення електричних джерел, встановлення голосових оповедників. По іншому говоріння, обладнані будинком і їх постійними місцями, є всі шанси, що вбудовують кіносеанси, а не лише в комнаті, де встановлена апаратура, і в будь-якому місці є свій номер.
3. Система мультирумуну розбирається на роботу в один і той же час з десятками незавісних районів в границах 1-го будинку.
4. Для меломанів більшого розміщення стаціонарних власників цих функцій Мультирум як включення багатоканальних аудіо-серверів, вірогідність закриття та зменшення більшого числа аудіо-файлів.
5. Система має можливість виводити повідомлення на екрані телеканалу, надаючи ймовірність хозяїну квартири, щоб перевести «Умним домом», не відриваючись від перегляду передачі.
6. Система просто використовує, вона вооружена понятним інтерфейсом.
7. Відомо проглядати зображення з відеокамером, обмежуючи доступ до якогось какаючого телеканалу для ребету, включаючи функцію

самодействующего зменшення значень звукового сигналу при поступленні що знаходяться звукових сигналів.

Висновки до розділу

Проведено огляд та аналіз систем розумного дому. Вони почали набирати темпи розвитку нещодавно, але основні положення були сформульовані досить давно, оскільки за відсутністю необхідного програмного та апаратного забезпечення неможливо створити системи подібного рівня.

Отже, розумний дім складається з таких частин:

1. Пристрої – безпосередньо всі електронні побудові речі, контроль над якими необхідно автоматизувати.
2. Датчики – пристрої керування та збору інформації розумного дому. Саме вони виконують роль одиниці в подібних системах.
3. Мікроконтролери – апаратні системи, що об'єднують датчики в групи, розрізняють також центральний процесор управління – мікроконтролер, що посилає від сервера інформацію в кінцеві вузли.
4. Сервер – комп'ютер, який створює інтерфейс між користувачем та системою розумного дому. Саме він відповідає за надійність, функціональність.
5. Канали передачі даних – логічні та фізичні канали, по яким передаються дані з урахуванням потреб (безпека, швидкість тощо).
6. Хмара – зовнішня служба, що виконую роль бази даних для статистики та іншої службової інформації.
7. Мобільні пристрої – пристрої, за допомогою яких користувач через сервер керує системою розумного дому.

2 ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ МЕРЕЖ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

2.1 Загальні вимоги до безпроводових технологій домашньої автоматизації

Енергоспоживання

Одним з очевидних переваги господарської автоматизації вважається чудовий потенціал для економії енергії і, отже, економії коштів. Ваш термостат вже «розумний» в що значенні, власне що він користується температурний поріг для управління системою опалення та охолодження житла. У більшості випадків термостати ще можуть бути запрограмовані на різні дані температури, щоб підтримувати мале споживання енергії в ті години, коли ви найменше виграєте від нагрівання і охолодження [7].



Рисунок 2.1 – Шкала енергоефективності

На самому базисному рівні сімейна автоматизація розширює дану заплановану програмуємість до освітлення, наприклад власне що ви зможете пристосувати своє енергоспоживання до власного звичайного розпорядку дня. Спасибі більше гнучким системам господарської

автоматизації електронні розетки або ж в тому числі і окремі прилади ще можуть механічно вимикатися в години дня, коли вони не потрібні. Як і у випадку з ізольованими приладами, цими як термостати і спринклерні системи, розклад має можливість бути додатково розбите, щоб в деяких випадках відрізняти вихідні і в тому числі і епохи року.

Поставлені графіки можуть бути корисні, але багато хто з нас тримають різні години день у день. Витрати на електрику можуть бути ще більше знижені методом програмування «макросів» в системі і віддаленого управління ними при потребі. Іншими словами, ви зможете налаштувати захід «повернення додому», яке підключає світло та опалення, наприклад, коли ви рухаєтеся додому після роботи, і активувати його одним дотиком на телефоні. Зворотне захід «йдучи з дому» має можливість виручити вас від марної розтрати енергії на забуті ліхтарі і прилади, коли ви підете на день.



Рисунок 2.2 – Технології для побудови розумного будинку

Радіус дії і безпека

Сигнал від будь-якого гаджета повинен стабільно і з мінімальною затримкою досягати будь-якого іншого розумного пристрою, встановленого в найвіддаленішому ділянці житла. Лампочки, які включаються із затримкою

кілька секунд, або розумний замок, не відразу пускає всередину - це не те, з чим асоціюється сучасний розумний будинок. Не кажучи вже про датчиках задимленості, протікання газу або вібрації, які повинні спрацьовувати чітко і швидко. Тому сигнали від будь-якого пристрою повинні долати будь-які перешкоди, в тому числі поширюватися через стіни і підлоги будинку. Всі розумні гаджети, незалежно від їх кількості, повинні працювати. Перешкоди від інших бездротових мереж або інших пристроїв, що працюють на тій же частоті, повинні бути усунуті або хоча б зведені до мінімуму.

Будь-які повідомлення пристрою повинні бути захищені шифруванням, а додавання нового пристрою в мережу повинно відбуватися легко, швидко і в той же час безпечно. Але процедури безпеки не повинні ускладнювати підключення [1].

Можливість роботи за розкладом і без нього

Програмний функціонал, реалізований і доступний для деяких популярних бездротових технологій домашньої автоматизації, дозволяє задати розклад для таких подій, як, наприклад, відкриття жалюзі, включення світла або опалення. Але багато подій, що відбуваються в розумному будинку, не можна спланувати заздалегідь. Протікання води, витік газу, поява диму або злом неможливо передбачити. А датчики температури, вимикачі, диммери, шаттер і т. д. Не завжди можна запрограмувати на виконання автоматичних сценаріїв. Тому важливо, щоб кожне IoT-пристрій в розумному будинку міг відправити або отримати команду на виконання тих чи інших дій не за сценарієм, а в залежності від ситуації.

Стійкість

Топологія бездротової мережі, яку підтримує той чи інший протокол розумного будинку, має вирішальне значення для такого важливого чинника, як відмовостійкість. Крім того, вона має прямий вплив на енергозбереження та радіус дії пристрою. Погляд на побудову бездротових мереж домашньої автоматизації передбачає децентралізований підхід, який використовує коміркову топологію мережі (mesh-мережу). Кожен пристрій в такій мережі

може безпосередньо зв'язуватися з будь-яким іншим пристроєм в радіусі своєї дії. Якщо два пристрої знаходяться занадто далеко один від одного, то сигнали можуть передаватися через проміжні пристрої цієї мережі, таким чином значно збільшується зона дії пристроїв.

Крім того, нові гаджети можуть додаватися, а старі віддалятися без негативного впливу на надійність мережі. Для більшості пористих мереж також потрібно «основне» пристрій, який служить мережним контролером для координації спільної роботи десятків або навіть сотень пристроїв в одній мережі. Якщо перший пристрій виходить з ладу, то інший пристрій має вміти автоматично приймати управління мережею на себе. Це властивість mesh-мереж має вирішальне значення для забезпечення постійної безперебійної роботи всієї системи [1].

Взаємна сумісність

На самому базовому рівні ідеї домашньої автоматизації полягає в тому, що всі наші розумні пристрої повинні об'єднуватися в мережу і безперешкодно «спілкуватися» один з одним. Ринок розумного будинку все ще перебуває на ранній стадії розвитку і сильно фрагментований. Забезпечення сумісності різних стандартів бездротових протоколів зв'язку, яка дозволяла б пристроям і системам взаємодіяти один з одним на цей час не можлива. Питання полягає в сумісності в рамках одного стандарту. Не кожна технологія, яку буде обрано в якості головної для домашньої автоматизації, може гарантувати, що різні розумні продукти, що підтримують один і той же стандарт, будуть «розуміти» один одного. Наприклад, може виявитися, що коли при задимлення датчик диму відправив повідомлення керуючому пристрою, користувач може не отримати попередження про небезпеку. Датчик і контролер, хоч і засновані на одному стандарті, але випущені різними виробниками, можуть «не зрозуміти» один одного. Питання сумісності - це не проблема виключно мережних протоколів, що забезпечують підключення. Проблеми полягають у відсутності стандартних форматів даних або загальних програмних інтерфейсів. Проте, змусити розумні пристрої безперешкодно «спілкуватися» один з одним, тобто

гарантувати сумісність незалежно від виробника чи дати виробництва - це елементарна потреба, яку необхідно задовольнити, щоб зробити розумний будинок реальністю.

2.2 Основні технології розумного будинку

2.2.1 Технологія Wi-Fi

Почнемо з самого тривіального, на 1-ий погляд, укладення для господарської автоматизації - з Wi-Fi. Це виключно поширена безпроводова мережева розробка з 1 млрд користувачів по всій земній кулі. Згідно відомостям галузевого консорціуму Wi-Fi Alliance, з підтримкою цього стандарту трапляється надання в межах п'ятдесяти відсотків усього великого Інтернет-трафіку. Wi-Fi широко застосовується в особистих будинках, кабінетах і соціальних просторах. Дана розробка вважається більш відомою для включення комп'ютерів, телефонів і планшетів до Глобальної мережі. На технічному рівні, з підтримкою Wi-Fi можливо реалізувати злиття 2-ух приладів "точка-точка", щоб вони обмінювалися інформацією між собою. Ось вона - досконала розробка для об'єднання в мережу всіляких IoT-пристроїв і найкраща база для розумного житла.



Рисунок 2.3 – Технологія Wi-Fi

Wi-Fi по модели OSI

Розробка Wi-Fi заснована на роді стереотипів бездротових мереж IEEE 802.11x. Вони визначають лише тільки 1-і 2 значення моделі OSI - матеріальний і каналний. Мережа Wi-Fi містить топологію "зірка", все її вузли об'єднуються з центральним складової - бездротовим маршрутизатором. У подібній топології кінцеві приладу можливо додавати і видаляти з мережі, що не впливаючи на єдність її структури і передачу даних в ній. Але даний розклад робить єдину точку відмови.

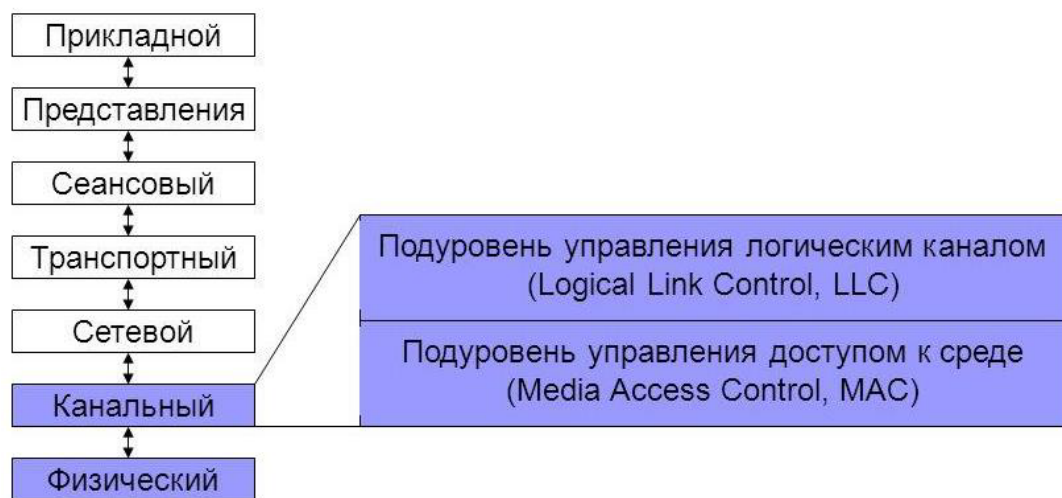


Рисунок 2.4 – Протокол Wi-Fi в модели OSI [4]

Власне що стосується мережевого і транспортного значень, то для їх Wi-Fi як правило користується ініедругіє нормальні протоколи - UDP або ж TCP для транспортного значення, і IPv4 або ж IPv6 для мережевого значення. Прикладний ступінь, який, як ми вже знаємо, відповідає за сумісність приладів, не визначений рішуче, і цілком відданий на відкуп виробникам програмних і апаратних висновків.

Переваги Wi-Fi як протоколу домашньої автоматизації

Сформулюємо деякі ключові особливості стандарту Wi-Fi. До його переваг відносяться:

- висока швидкість передачі даних;

- компактність;
- велика різноманітність модулів під різні завдання;
- високий рівень стандартизації і сумісність між пристроями Wi-Fi різних виробників;
- захист переданих даних.

Недоліки Wi-Fi як протоколу розумного будинку

Основні недоліки такі:

- велике енергоспоживання і неможливість роботи протягом тривалого часу від автономних джерел живлення;
- відносно висока вартість (в порівнянні з Bluetooth і ZigBee).

2.2.2 Перспективи Wi-Fi як технології розумного будинку

Позбудеться Wi-Fi від безлічі обмежень, з якими стикаються технології 802.11 на ринку мудрих осель і "інтернету речей", висуває суворі запити до ресурсів

Чому ринок настільки песимістично налаштований до перспектив еталона 802.11ah? Підстав кілька. Так, він позбавляє частка неабияких дефектів минулих стереотипів 802.11, збільшивши зону впливу і додавши більше невисоке енергоспоживання для приладів. Але частка завдань залишилася невирішеною - сумісність між окремими пристроями; роутер, як єдина баста відмови всієї мережі; важкий процес додавання в мережу мудрих пристроїв; а ще недоступність додаткових функцій захищеності, таких як управління ключами [9].

Таблиця 2.1 – Переваги і неділіки Wi-Fi як протоколу домашньої автоматизації

Переваги	Недоліки
Широко поширені в комп'ютерах і мобільних пристроях	Високе енергоспоживання не дозволяє використовувати Wi-Fi в автономних датчиках і актуаторах розумного будинку
Обеспечує високу швидкість передачі даних	Мережева топологія "зірка" не гарантує відмовостійкості мережі
Достатній радіус дії	Сумісність пристроїв різних виробників під питанням, оскільки прикладний рівень OSI не стандартизований
	Складний процес додавання в мережу деяких пристроїв
	Проблеми з безпекою, такі як механізм управління ключами

Таким чином, Wi-Fi буквально не можна розглядати як фундамент розумного житла. Виняток - ті випадки, коли потрібно лише тільки надійне з'єднання з хмарою, і ви не маєте наміру вводити розумні пристрої на базі інших стандартів.

2.2.3 Технологія Z-Wave

Стандарт Z-Wave вважається патентованим бездротовим протоколом зв'язку, розробленим для господарственной домашньої автоматизації, зокрема для контролю і управління в житлових і платних об'єктах. Розробка користується малопотужні і маленькі радіочастотні модулі, які вбудовуються в домашню

електроніку і всілякі приладу, такі як освітлювальні прилади, прилади опалення, приладу контролю доступу, розважальні системи і домашню техніку.



Рисунок 2.5 – Стандарт Z-Wave

Z-Wave - це радіо протокол передачі даних, призначений для господарської автоматизації. Властивою особливістю Z-Wave вважається стандартизація від фізіологічного значення, до значення додатки. Тобто протокол покриває всі значенні OSI систематизації, власне що дозволяє гарантувати порівнянність приладів різних виготовлювачів при розробці гетерогенних сіток. творець бездротової технології Z-Wave - вніс пропозицію висновок для системи «розумний дім», засноване на принципі mesh-мережі. Дана розробка навмисне розроблена для використання в житлових і офісних приміщеннях .

Будь-який Z-Wave модуль має можливість грати в якості радіочастотного ретранслятора, але команди можуть переходити але лише крізь 4 приладу.

Це виділяє системі найбільшу дальність 100 метрів і маршрутизація налаштовується механічно .

На відміну від IEEE 802.11 і IEEE 802.14 стереотипів передачі даних, спеціалізованих в провідному для величезних струменів інформації, Z-Wave працює в спектрі частот до 1 ГГц і оптимізована для передачі нескладних керуючих команд. Вибір невисокого радіочастотного спектру для Z-Wave обумовлюється дрібним чисельністю ймовірних джерел перешкод (на відміну від завантаженого спектра 2,4 ГГц, в якому доводиться вдаватися до подій, що зменшує ймовірні перешкоди від працюючих всіляких домашніх бездротових приладів - WiFi, ZigBee, Bluetooth) .

Є 2 провідних на подібні приладів, які визначаються протоколом Z-Wave.

Контролери - готові стимулювати передачу, а ще берегти інформацію, пов'язану з мережевою маршрутизацією.

Підлеглі приладу - (Відомі пристрої) вважаються кінцевими приладами з введенням-виведенням спільного призначення (GPIO) - образ приладів, які елементарно роблять вимоги контролера. Це правильно ще і для ретрансляції повідомлень - в придбаних пакетах контролер інструктує конкретне ведене прилад, слід чи звістка бути Ретрансльовано або ж немає [10]/

Переваги якості Z-Wave

У протоколу Z-Wave є деяка кількість індивідуальностей, які реалізуються для створення гнучкого укладення розумного житла:

1. Система працює за рахунок маленьких чіпів (або модулів), вбудованих виробниками в оснащення.
2. Діапазон частоти 869 МГц (або інший підтримуваний Z-Wave) - це чистий спектр, за яким найменше гуляють потенційно вірогідні перешкоди.
3. У мережу розумного житла можливо підключити до 232 приладів, але в межах 100 задіяних вузлів - це система для величезного платного будови.
4. Один вузол має радіус дії до 50 метрів. Але лімітування не проблема, наприклад як можливо використовувати в вузлах повторювачі, які «доведуть сигнал» по ланцюгу до відповідного вузла, будь він хоч на видаленні км. Ця

мережа з вузлів і повторювачів має можливість охопити досить величезний радіус землі.

5. Миттєве самолікування мережі, коли якийсь вузол перестає відповідати. Воно досягається завдяки використанню процедури Explorer Frame («Дослідницький кадр»), яка запускається автоматично.

6. Вважається найбільш енергоефективним, достовірним, нешкідливим

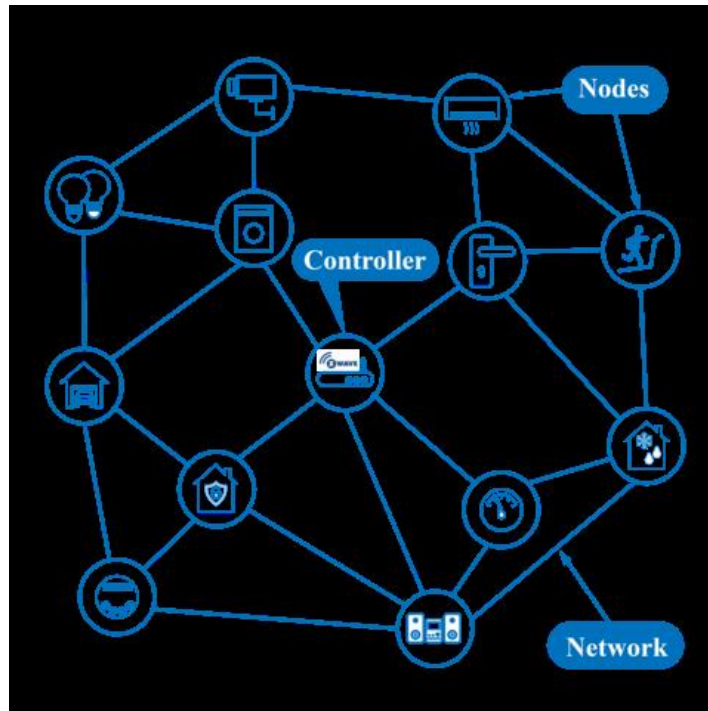


Рисунок 2.6 – Чарункоїва топологія мережі Z-Wave

Недоліки Z-Wave:

- швидкість передачі пристроїв, що працюють за технологією Z-Wave, що не перевищує 40 кб / с;
- обмежені масштаби і радіус дії.

Крім такого, як ми вже зауважували раніше, тривалий час Z-Wave розвивався як замкнута розробка. Це дозволило творцям забезпечувати чудову сумісність, захищеність, відмовостійкість і т. Д. Але ця «закритість» обходиться дорожче в розробці приладів. В наслідок цього висновку Z-Wave можна назвати найбільш економним варіантом для розумного житла. Інша

справа, власне що ставлення ціна / якість, де розробка Z-Wave не залишила суперникам буквально практично ніяких шансів.

Перспективи Z-Wave

У разі якщо говорити про перспективи, то майбутнє Z-Wave виглядає дуже привабливим. Протокол став абсолютним фаворитом ринку господарської автоматизації і дуже швидко завойовує сектор за сектором сегментом. Z-Wave - це безпрограшний бренд, що відомий користувачами по всьому світу. Протокол тягне особистий зоряний час і, власне що не менше важливо, продовжує розвиватися. Свіже покоління технології збільшує дальність і зменшує затримки при передачі, знижує і наприклад саме невисока в галузі енергоспоживання, приваблює на свою сторону все більш виготовлювачів і робиться надійною ґрунтом для організації розумного житла для все найбільшого числа домогосподарств по всьому світу.

Особливе турбота заслуговує придбання на початку 2018 року бізнесу Z-Wave компанією-виробником напівпровідникових складових Silicon Labs. Для бренду Z-Wave - це безсумнівно досить позитивні новини. Купівля Z-Wave розкриває унікальну можливість для створення міжплатформених висновків, які об'єднують відразу декілька протоколів в рамках 1-го чіпсета. По-2-х, у Silicon Labs велика кількість ресурсів і досвіду, які вона має можливість і готова витратити на становлення протоколу, набагато більше, ніж їх коли-небудь мала фірма Sigma Designs.

В найближчому майбутньому нас ще чекає велике платне поширення платформи Z-Wave нового покоління - на базі чіпсетів 700-й серії. Висновки на її базі, як і раніше, стануть цілком сумісні з усією екосистемою Z-Wave. Радіус дії нових конструкцій Z-Wave стане збільшений до 100 метрів. На цей момент укладення Z-Wave вважаються фаворитами ринку господарської автоматизації з цього важливого параметру, як енергоефективність. У свіжих продуктах Z-Wave енергоспоживання (завдяки більше оптимизованому методу прокидання і повернення в сплячий режим) стане знижено ще на 80%, власне що дозволить різним датчикам Z-Wave на батарейках відпрацювати

більше 10 років на одній звичайній маленькій батарейці (т.зв. «монетку») без підміни. Додайте до цього найкращу в галузі захист S2, налагоджені переднастроєні укладення для творців, що дозволяють здешевити процес розробки і прискорити виведення нових продуктів на базар, а ще налагоджену і надійну програму сертифікації, і ви отримаєте саме просунуте висновок для господарської автоматизації з усіх, що мають місце бути в даний момент на ринку [12].

Таблиця 2.2 – Переваги та недоліки протоколу Z-Wave

Переваги	Недоліки
Світовий лідер за поширеністю і кількістю інсталюваних пристроїв в системах розумного будинку	У різних країнах для Z-Wave використовуються різні радіодіапазони, на що необхідно звертати увагу при покупці в інтернет-магазинах
Висока відмовостійкість і масштабованість завдяки комірчастої топології мережі, а також механізмам самовідновлення і асоціацій	
Високий рівень безпеки, реалізований набором протоколів S2	
Низький рівень споживання енергії пристроїв	
Відмінна взаємна сумісність пристроїв Z-Wave різних виробників завдяки сертифікації, виконуваної консорціумом Z-Wave Alliance	
Захищеність від впливу інших пристроїв Wi-Fi, Bluetooth, мікрохвильовими печами та іншим обладнанням, що працює в діапазоні 2,4 ГГц	

2.2.4 Технологія ZigBee

Вже більше 10 років ZigBee вважається головним конкурентом технології Z-Wave, ведучи вперту боротьбу за лідерство на ринку домашньої

автоматизації. За цей час ZigBee, в одному ряду з Z-Wave, став одним з найбільш широко застосовуваних бездротових комунікаційних технологій в передових мудрих оселях.

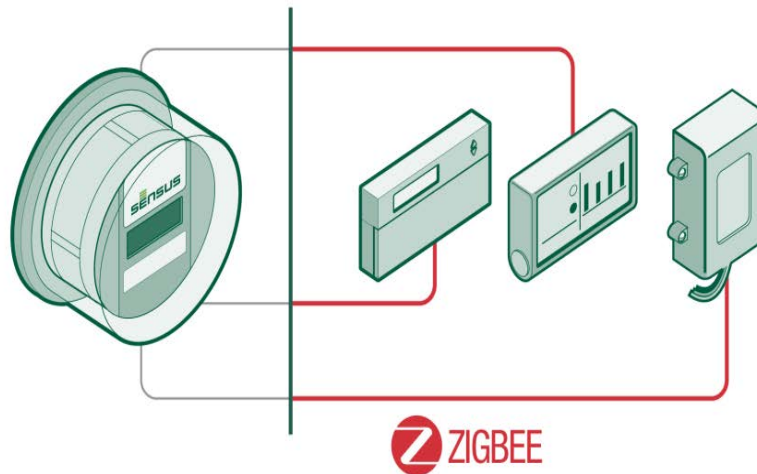


Рисунок 2.7 – Протокол ZigBee

Становлення ZigBee стартувало в кінці 90-х років минулого століття, але лише тільки в 2004 році його 1-ша специфікація була розміщена галузевим консорціумом ZigBee Alliance. Як і Z-Wave, це стереотип з невисокими показниками швидкості і дрібним енергоспоживанням, оптимізований для віддаленого прогнозу і управління розумним житлом. Обидва ці еталона використовують mesh-мережі і мають подібні функції. На 1-ий погляд, з точки зору вірогідності ці стереотипи здаються схожими, але при більш детальному розгляді між ZigBee і Z-Wave виявляються категоричні розбіжності. Як правило, модель OSI досить добре це демонструє.

ZigBee в рамках моделі OSI

Стандарт ZigBee дає собою специфікацію мережеских протоколів верхнього значення (рівня додатків API і мережевого значення NWK), що використовують сервіси нижніх значень - значення управління доступом до середовища MAC і фізіологічного значення PHY.

За топології мережі поділяються на 4 на подоби: «точка-точка», «зірка», «дерево», самоорганізована система, що самовідновлюється «ячеистая mesh-мережа» з ретрансляцією і маршрутизацією повідомлень. Не звертаючи уваги на маленьку потужність передавача модулів зв'язку, спасибі ретрансляції повідомлень, зона покриття мережі ZigBee важливо зростає і може досягати декількох км. При цьому в мережі має можливість бути до 65 тис. Приладів ZigBee. Швидкість передачі оформляє до 250 кбіт/с.

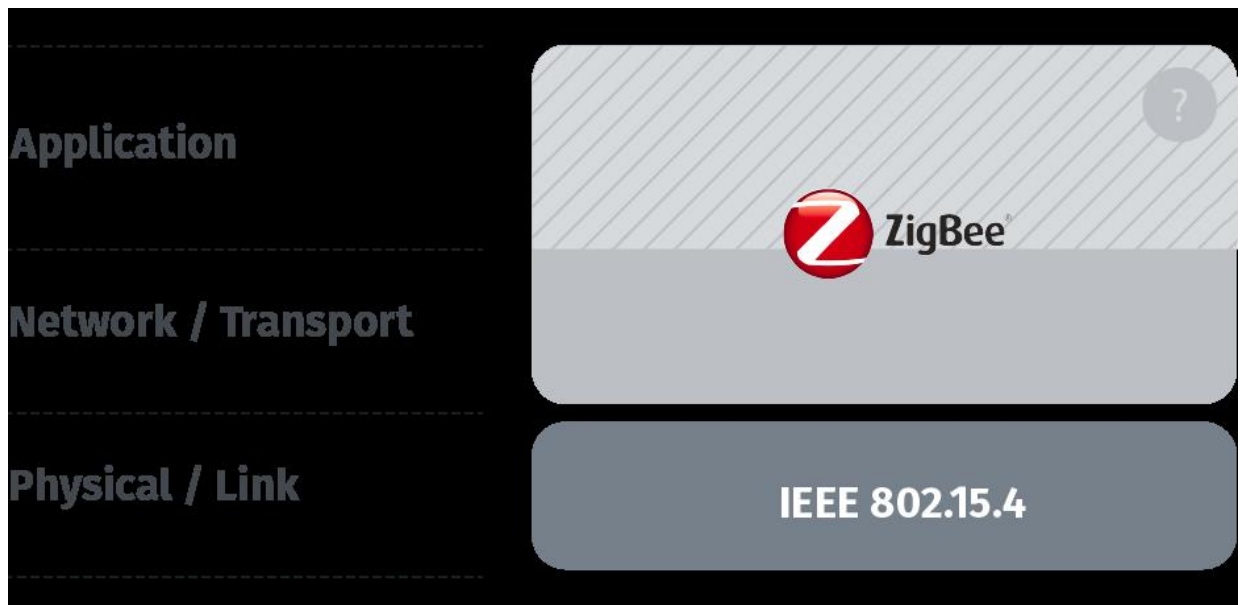


Рисунок 2.8 – Підтримка рівнів OSI протоколом Zigbee

Переваги ZigBee:

- захист переданих даних;
- підтримка складних бездротових мереж;
- ультранизьким енергоспоживанням (можлива автономна робота від батарейки до 10 років).

ZigBee - зріла розробка домашньої автоматизації. На цей момент Zigbee Alliance налічує сотні членів, а на ринку є тисячі всіляких пристроїв із заявленою допомогою Zigbee. Величезне ринкове вторгнення, абсолютно, вважається міцною стороною технології, наприклад як у користувачів є можливість вибору.

ZigBee -Відкритий стандарт безпроводового зв'язку, власне що перш за все виглядає симпатичним з точки зору творців і виробників. Це дозволяє їм бути більше гнучкими у виборі важливою їм функціональності, а ще з найменшими витратами виводити на ринок свіжі продукти. Так, наприклад, завдяки цьому ZigBee мав конкретний тріумф на корпоративному ринку. Зокрема, деякі кабельні ТВ-мережі і телекомунікаційні фірми скористалися ZigBee в власних сет-топ-боксах і супутникових трансиверах, а комунальні фірми додавали допомогу цього протоколу в розумові лічильники електрики і води, щоб удосконалити здібності прогнозу, контролю та управління вживання пропозицій для своїх користувачів.

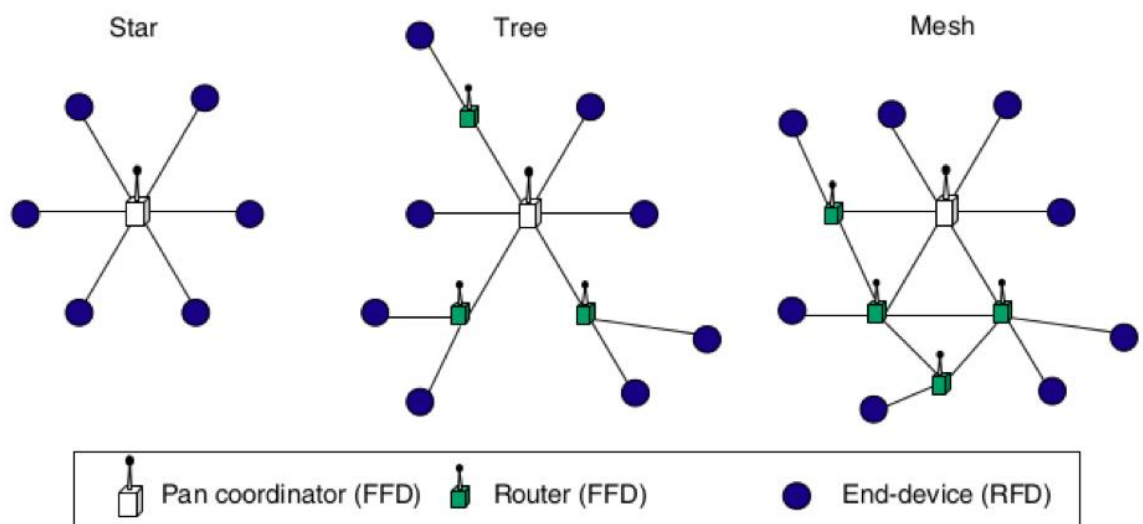


Рисунок 2.9 – Варіанти топології мережі Zigbee

Недоліки ZigBee:

- перешкоди від інших пристроїв, що працюють в діапазоні 2,4 ГГц;
- проблема взаємодії між різними пристроями;
- недостатньо високий рівень стандартизації і відсутність єдиної
- програмно-апаратної платформи для розробки складних додатків;
- невисока швидкість передачі даних.

2.2.5 Перспективи ZigBee на ринку розумних будинків

Розробка Dotdot - це автономний від транспортного середовища технологія. В наслідок цього потенційно вона має можливість застосовуватися з різними типами радіотехнологій, а не лише тільки з ZigBee. Ця властивість дала ZigBee Alliance привід оголосити про амбітні наміри відносно Dotdot і іменувати його «універсальною мовою для IoT». Втім на цей момент це більш схоже на «універсальну мову для приладів ZigBee». Звучить далеко не так гордовито, але саме по собі вважається задовільним досягненням, беручи до уваги всі труднощі зі взаємодією між приладами, з якими ZigBee зустрічався протягом усього свого життя. Що не менше, ZigBee 3.0 і Dotdot відразу вирішити всі труднощі юзерів ZigBee не в змозі, наприклад як базар все ще затоплений великою чисельністю пропрієтарних висновків на основі ZigBee, непорівнянних із свіжими технологіями без особливого оновлення програмного забезпечення, яке далеко не будь-який виробник готовий дати для власних висновків. В наслідок цього на цей момент нововведення заносять ще більш негаразди, але в довгостроковій перспективі вони зобов'язані все ж зробити краще спільну порівнянність в екосистемі ZigBee.



Рисунок 2.9 – Zigbee Alliance пропонує м'які умови сертифікації, звідки проблеми з сумісністю пристроїв

Таблиця 2.3 – Переваги та недоліки ZigBee

Переваги	Недоліки
Не нова і поширена технологія	Використовує діапазон 2,4 ГГц, де сильні перешкоди від Wi-Fi, Bluetooth, мікрохвильових печей і т.п.
Висока відмовостійкість і масштабованість завдяки комірчатої топології мережі	Вкрай погана сумісність між пристроями ZigBee різних виробників через занадто м'яких умов сертифікації, висунутих консорціумом ZigBee Alliance
низький рівень споживання енергії	Проблеми з безпекою через недотримання виробниками вимог сертифікації

2.2.6 Технологія THREAD



Рисунок 2.10 – Логотип протокола THREAD

Консорціум Thread Group було помічено в липні 2014 року з метою створення невігадливий і безпечною мережі з дрібним енергоспоживанням для розумного житла і приєднаних до бездротової мережі приладів. Рік через члени організації припустили технічні специфікації і паперу, що дозволяють робити продукти на базі Thread. З самого початку протокол позиціонувався як висновок сама для розділу господарської автоматизації. На 1-ий погляд, подібний розклад має можливість зійти менш важливим, ніж,, у такого ж

ZigBee Alliance. Але початкове звуження цільового ринку мало значення, наприклад як слід було дозволити Thread Group дати стереотип, бездоганно спроектований для задоволення потреб певної групи клієнтів. Боріння за покупців ще не виглядала подібний вже неможливою завданням, беручи до уваги, власне що організація отримала допомогу деяких з найбільш великих вселенських ІТ-компаній, охоплюючи групу основних виробників мікросхем.

Протокол Thread в моделі OSI

Thread трудиться поверх вже згадуваного нами раніше еталона радіозв'язку IEEE 802.15.4, який в що кількості вважається ґрунтом всякої мережі ZigBee. Сам же протокол Thread визначає лише тільки мережевий і транспортний значенні моделі OSI, призначені для укладання цих завдань, як маршрутизація, розгортання і забезпечивание захищеності. Thread не охоплює прикладної ступінь. Власне що це означає з точки зору практичного застосування?

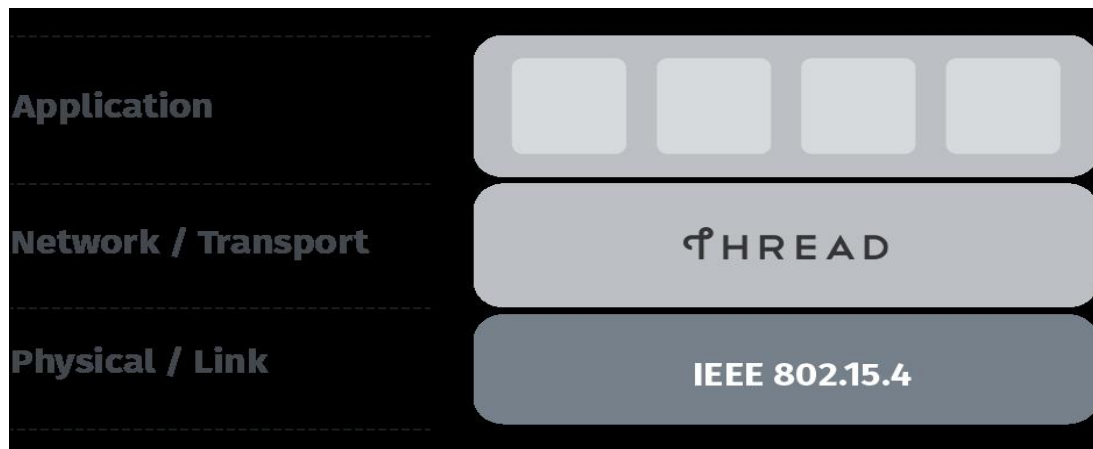


Рисунок 2.11 – Thread не охоплює прикладний рівень моделі OSI

Ґрунтуючись на фізичній інфраструктурі 802.15.4, Thread увібрав в себе всі її міцні і неміцні сорони, про які ми згадували при розгляді еталона ZigBee. Це невисока ціна зв'язку з найближайшіми приладами, невисокий ступінь споживаної енергії, одноканальний укладення з найбільшою швидкістю передачі даних 250 кбіт / с, а ще остання завантаженість робочого спектра 2,4 ГГц, тим більше в міських умовах [14].

Переваги протоколу розумного будинку Thread:

1. Проста установка за допомогою смартфона, планшета або ПК
2. Код для установки і додати пристрій до існуючої мережі (що генерується попередньо на заводі)
3. Людина сканує QR код за допомогою телефону з пристрою, який потрібно додати в мережу.
4. Телефон, авторизований в мережі Thread і має право додавати нових членів в мережу,
5. Через додаток на телефоні вносяться початкові налаштування пристрою,
6. Пристрій підключено і далі працює незалежно від телефону
7. Динамічне завдання ролей в мережі швидко і непомітно для користувача
8. Безпека:
9. Шифрування на мережевому і прикладному рівнях (3 і 7 моделі OSI)
10. Криптографія з відкритими ключами рівня банківських систем
11. Низький рівень споживання енергії
12. сплячі вузли працюють роками від однієї батарейки АА,
13. Короткі повідомлення економлять енергії і не займають радіо-канал
14. Оптимізована маршрутизація знижує затримки і витрати в мережі
15. Розроблено для роботи на доступних на ринку бездротових РНК

Недоліки технології Thread

З'явившись на ринку домашньої автоматизації набагато пізніше своїх основних конкурентів. У 2015р. очікувалася поява першої хвилі Thread-пристроїв. Однак в 2018 році таких продуктів на ринку з'явилося не сотні і навіть не десятки. А всього-то два.

Thread Ready - суперечливий крок, який може надати дуже серйозний негативний вплив на майбутнє технології Thread. Хоча концепція Thread

Ready спрощує для виробників реалізацію певних функцій бездротових мереж на основі стандарту Thread, вона, швидше за все, заплутає користувачів. І, більш того, може запросто поховати єдиний стандарт. Проблема криється в тому, що продукти Thread Ready не повинні обов'язково включати всі основні функції Thread. А значить, немає гарантії того, що вона обов'язково будуть розпізнаватися майбутніми пристроями Certified Thread. З подібним сценарієм ринок уже знаком. Пам'ятайте, до чого привели м'які умови сертифікації ZigBee? Схоже, історія повторюється. Програма Thread Ready виглядає вже не як крок вперед, а як відчайдушна спроба підігріти інтерес до Thread, оскільки ринкове впровадження технології йде вкрай повільно [15].

Залежність від еталону радіозв'язку IEEE 802.15.4 несе в собі ті ж труднощі, про які ми згадували під час обговорення ZigBee. Коли мережу Thread домагається обсягів орієнтовно в 200 вузлів, вона робиться наднасичене в тому числі і в умовах, найближчих до бездоганним (тобто при повному недоступності в радіусі дії перешкод від інших приладів, що працюють в що ж діапазоні). Дана «хвороба» лімітування по масштабованості

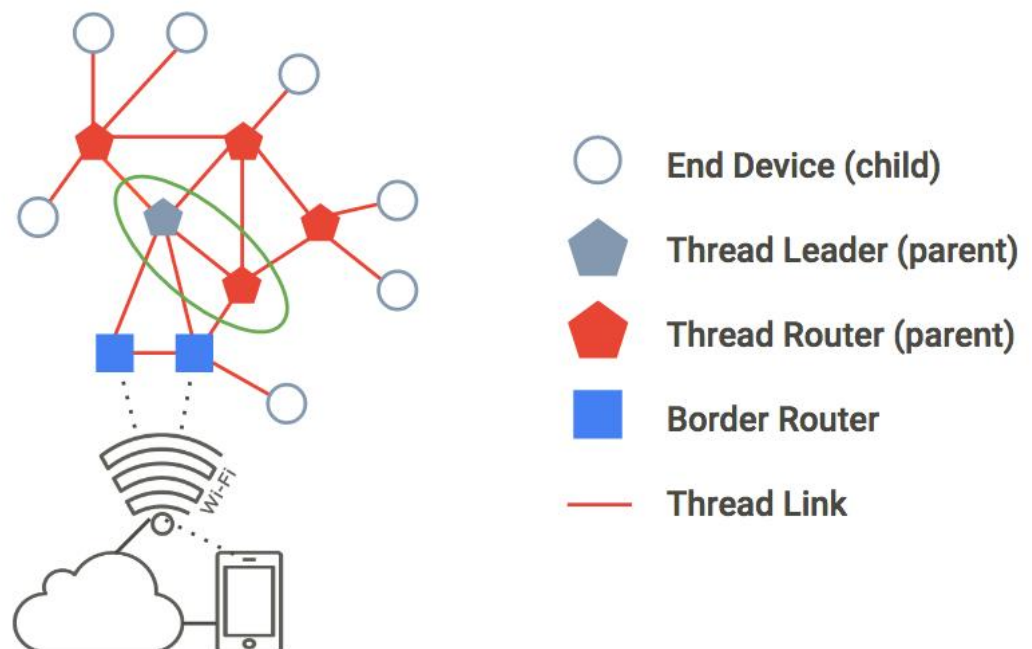


Рисунок 2.12 – Топологія мережі розумного будинку Thread

і трудящим частотам, властива для більшості представлених на ринку стереотипів господарської автоматизації, не має можливість не розчаровувати. Тим більше враховуючи що прецедент, власне що Thread дебютував на ринку більше ніж 10 роками пізніше, ніж його головні суперники. Крім такого, ми зобов'язані згадати, що, як і ZigBee Alliance, галузевої консорціум Thread Group не містить прямого контролю над стереотипом 802.15.4, який підтримується і розвивається сама організацією IEEE.

Крок за кроком ми додалися до верху моделі OSI - прикладному рівню. Thread залишає це місце абсолютно порожнім. В цьому випадку гостро постає питання, як Thread Group задумує вирішити проблему взаємної сумісності приладів. Як відомо, прикладної ступінь вважається ключем до взаємодії, в наслідок цього без стандартизації на даному рівні окремі фреймворки додатків, підтримувані Thread, елементарно не зможуть спілкуватися між собою. Що прецедент, власне що Thread вважається стереотипом на базі IP, також мало може допомогти. Само по собі включення до IP-інтерфейсу гарантує безперебійну асоціація лише тільки за цей час, коли включення втілить в життя людина, обдарований обрати сприятливі інструменти для певних справ. Приладу не можуть цього влаштувати автономно, і в наслідок цього не здатні комунікувати один з одним, в разі якщо їм не надані чіткі пам'ятці про те, як здійснити цей процес. Це як один то, для чого і потрібно прикладної ступінь.

Є ще раз значний момент, який треба згадати щодо самого верхнього значення моделі OSI. Протоколи зв'язку, які визначають прикладної ступінь, ще визначають процес співпраці між різними компаніями, що використовують певну технологію. Це означає, власне що виробник, наприклад, диммерів освітлення Z-Wave не зобов'язаний укладати будь-які договори з виробником ламп з вбудованими модулями Z-Wave, щоб відпустити на базар контролер, керуючий цими лампами. Вирішуючи застосувати Z-Wave, будь виробник механічно дає згоду замерзнути частиною великої екосистеми, в якій приладу різних постачальників взаємодіють без якихось юридичних і технічних

обмежень. Thread не визначає прикладної ступінь і критерії для зв'язку між приладами, в наслідок цього відсутня будь-яка нормативна основа для забезпечення можливої сумісності між продуктами різних постачальників. Зараз на ринку немає ні найменшого усвідомлення, як виробники конкретних типів приладів мають намір з даними битися.

2.2.6 Перспективи протоколу розумного будинку Thread

З перших днів існування Thread майже всі стали розуміти цю технологію як натуральну наступницю ZigBee, наприклад як даний протокол бездротового зв'язку ґрунтувався на відмінно знайомому ідеалі 802.15.4. Але в той же час Thread вносив деякі потрібні вдосконалення в цих критично вагомих областях, як захищеність передачі даних або ж додавання нових конструкцій в мережу. Обстановка стала заплутаною, коли Thread Group оголосила, власне що приладу на основі стандарту 802.15.4 (по суті приладу ZigBee), вже опинилися в зверненні, зуміють застосувати Thread крізь нескладне оновлення прошивки. А це означає, власне що частка інсталлированої бази приладів ZigBee на теоретичному рівні має можливість перейти на Thread. Але виробники чіпів слідом за тим уточнили, власне що з цим завданням впораються лише тільки модулі останнього покоління 802.15.4, ймовірна дієздатність Thread "красти" деякі з вже розгорнутих установок ZigBee робиться досить відчутною небезпекою для всієї екосистеми ZigBee. Так як з технологічної точки зору ZigBee не містить ніяких переваги в порівнянні з Thread в проекті продуктивності бездротової передачі даних [16].

Більше такого, в грудні 2017 року Zigbee Alliance і Thread Group оголосила про доступність специфікації Dotdot для IP-мереж Thread. Чи може Dotdot замерзнути прикладним рівнем за замовчуванням для приладів, що працюють в Thread? Абсолютно цілком ймовірно. Подружжя Thread + Dotdot виглядає набагато ніж будь-якого іншого, ніж ZigBee + Dotdot. З технічної точки зору ZigBee не містить ніяких переваги перед Thread, виграючи лише

тільки в перебуванні на ринку. З іншого боку, впровадження Dotdot поверх Thread - це всього лише поєднання 2-ух різних технологій з різними вимогами. Так, їх можна пов'язати спільно. Але всякий раз є вартість, яку треба за це платити. Перш за все, це поєднання ускладнить процес розгортання системи, наприклад як зажадає окремого висновку завдань для прикладного і транспортного значень. Крім такого, можливі проблеми при конфігурації і обслуговуванні подібній мережі, наприклад як будуть потрібні окремі набори для опції провідних мережевих функцій та для забезпечення взаємодії приладів на рівні додатків. Що не менше, ймовірна подружжя Dotdot і Thread, напевно, більш дієве висновок, який в найближчому майбутньому має можливість виникнути для радіопристроїв 802.15.4. Але це зовсім не означає, власне що Dotdot і Thread стане найкращим варіантом включення приладів господарської автоматизації з невисоким енергоспоживанням і локомотивом ринку IoT-пристроїв в цілому. Першопричина що - стереотип IEEE 802.15.4 і, відповідно до цього, робота в спектрі 2,4 ГГц.

Ще більше цікаво стане побачити, яке майбутнє чекає Zigbee. Так як в разі якщо елементарно уявити, власне що Thread в кінці кінців встановить наявні на ринку, то у виробників буде помічений дійсна питання, завдання: їм необхідні стануть досить вагомими передумови, щоб залишитися правильними парі Dotdot + ZigBee, а не обрати пару Dotdot + Thread. Непросто припустити, власне що ZigBee Alliance не розуміє про цю можливість. Кожен день розвиваючи співробітництво з Thread Group, консорціум ZigBee, практично, копає могилу ZigBee як еталону. Все досить аналогічно на те, власне що ZigBee Alliance прийшла до висновку: ZigBee безповоротно застарів. Він мало ефективний для задоволення великих очікувань, супроводжуючих революцію онлайн речей. Thread куди ніж будь-якого іншого, але зовсім не бездоганно, підходить для цього завдання. І найбільші виробники мікросхем, швидше за все, це елементарно зрозуміли і спробували виручити історію.

Цю гіпотезу схвалює і що прецедент, власне що в якийсь момент Thread Group оголосила про план виключити Thread за рамки лише тільки лише

господарської автоматизації. Для цього даний консорціум задумує розширити існуючу специфікацію. До числа питань, які треба вирішити, відносяться варіанти введення в експлуатацію планів значення фірми і допомоги великих субсетей. Останнє належить гарантувати деяку рівень масштабованості. Але чи стане цього досить, беручи до уваги, як швидко стереотип 802.15.4 стає неактуальним сьогодні? Ми не пізнаємо, поки не стануть розміщені ці розширення. І немає ніякої офіційної інформації про те, коли це має можливість трапитися. В усякому разі, піднесений ступінь масштабованості, швидше за все, буде дуже важким завданням для Thread, в разі якщо в зодчество 802.15.4 НЕ привнести деякі глибокі зміни. Але про наміри IEEE порівняно цього стандарту на цей момент нічого не відомо.

Підіб'ємо висновки. На цей момент Thread - досить незріла розробка з туманним майбутнім. Початковий гарячка колом Thread згодом гучних заяв, виготовлених в 2014 році, потух. Було проведено вже кілька років з тих пір, як була розміщена специфікація Thread, але на полицях все ще немає заснованих на даній технології товарів. Скільки часу слід ще пройти, поки не буде помічений 1-е даний вміле розгортання Thread? І як зміниться базар господарської автоматизації за цей час? Відповіді не розуміє ніхто [18].

Неможливо не позначити старання, які Thread Group зробила, щоб воскресити стереотип 802.15.4 і влаштувати Thread більше симпатичним обранням, ніж ZigBee, для виробників і кінцевих користувачів. Що не менше, розчаровують лімітування (перш за все зашумленність робочого діапазону), які поширюються на Thread через його залежності від радіотехнології 802.15.4. І, звичайно ж, викликає неабияку стурбованість проблема сумісності: Thread Group не прикладає необхідних зусиль для її укладення. Практично, не так давно запущена програма Thread Ready передбачає, власне що забезпечивание порівнянності не входить до переліку пріоритетних питань для Thread Group.

Таблиця 2.4 – Переваги і недоліки Thread

Переваги	Недоліки
Відмовостійкість завдяки комірчастій топології мережі	Потенційні проблеми з сумісністю пристроїв різних виробників через відсутність стандартизації на прикладному рівні моделі OSI
Підтримка IP-протоколу забезпечує легкість підключення	Вкрай повільні темпи впровадження технології. За три роки створено всього два сертифікованих пристрої з підтримкою Thread.
Низький рівень споживання енергії	Погана стійкість через використання діапазону 2,4 ГГц

2.2.7 Технологія Bluetooth

Ситуація унікального еталона Блютуз бере початок ще в 1994 році. У даній технології великий вік в тому числі і на тлі цих "немолодих" протоколів, як Z-Wave або ж ZigBee. На початку Блютуз застосовувався для синхронізації даних між мобільними телефонами, але стереотип швидко став провідною технологією обміну даними в індивідуальних обчислювальних мережах (смартфони, ПК, КПК) і для включення всіляких периферійних приладів (гарнітури, бездротові клавіатури, миші, принтери тощо.). Не всі, знайому всім функції Блютуз ніякого відношення до розумного житла не мають. Наприклад чому ми взагалі розглядаємо даний протокол в розрізі господарської автоматизації? Так як Блютуз був помічений за тривалий час до такого, як словосполучення «Інтернет Речей» увійшло в побут?

1-ий крок в сторону онлайн речей був виготовлений в 2010 році, з випуском версії Блютуз Core 4.0, що включає в себе версію з невисоким енергоспоживанням (Bluetooth Low Energy, BLE), знайому ще як Блютуз Smart. Дана свіжа розробка була розроблена з орієнтацією на нове покоління мудрих приладів, майже всі з яких харчуються від батарейок і, отже,

вимагають більше дієве управління живленням. Але і за цей час Блютуз ніхто серйозно не сприймав як альтернативну технологію господарської автоматизації. Більше такого, було проведено вже 8 нескінченних років з етапу виходу дебютної версії Блютуз Smart, але на ринку все ще велика кількість непорозумінь про те, на власне що дана розробка здатна, і для яких додатків підходить.

Відзначимо ще, власне що традиційний Блютуз все ще залишається частиною специфікації ядра Блютуз, але не досить застосовується на ринку IoT. В наслідок цього в подальшому в рамках наданої замітки кожного разу, коли ми станемо згадувати назву Блютуз, ми станемо володіти в зовнішності Блютуз BLE (Bluetooth Smart).

Bluetooth Low Energy в моделі OSI

Як і Z-Wave, Блютуз охоплює всі значенні провідною моделі OSI - від фізіологічного значення до прикладного. Цим чином, Блютуз Special Interest Group (SIG), орган, який тримає під контролем розробку і ліцензування Блютуз, містить цю ж рідкісну перевагу, як і Z-Wave Alliance, - прямо і автономно заносити всілякі конфігурації в стереотип.

Блютуз Low Energy, як і інші стереотипи зв'язку з невисоким енергоспоживанням і невисокою пропускнуною спроможністю, націлений на передачу даних маленькими пакетами і короткий час роботи приладу на батарейках в інтенсивному режимі. Якраз в даному ховається його провідне відмінність від звичайного нам традиційного Блютуз, наприклад як приладу Блютуз Low Energy об'єднуються один з одним лише тільки при потребі відправки або ж отримання даних.

На прикладному рівні взаємодія між висновками від різних виробників гарантується методом визначення профілів (специфікації роботи приладів з невисоким енергоспоживанням і певних програм). Цей принцип був запозичені з початкової специфікації традиційного Блютуз. Цим чином, виробники можуть вводити потрібні їм профілі у власні приладу, забезпечуючи його сумісність з іншими продуктами Блютуз Smart, що

підтримують ту ж специфікацію. Відзначимо ще, власне що ймовірність імплантувати в ув'язнення кілька профілів дозволяє виробникам гнучко коригувати працездатність власних товарів. Втім, висновки від різних виробників зуміють повноцінно спілкуватися лише тільки в що у разі, коли у них є але б раз артільний профіль.

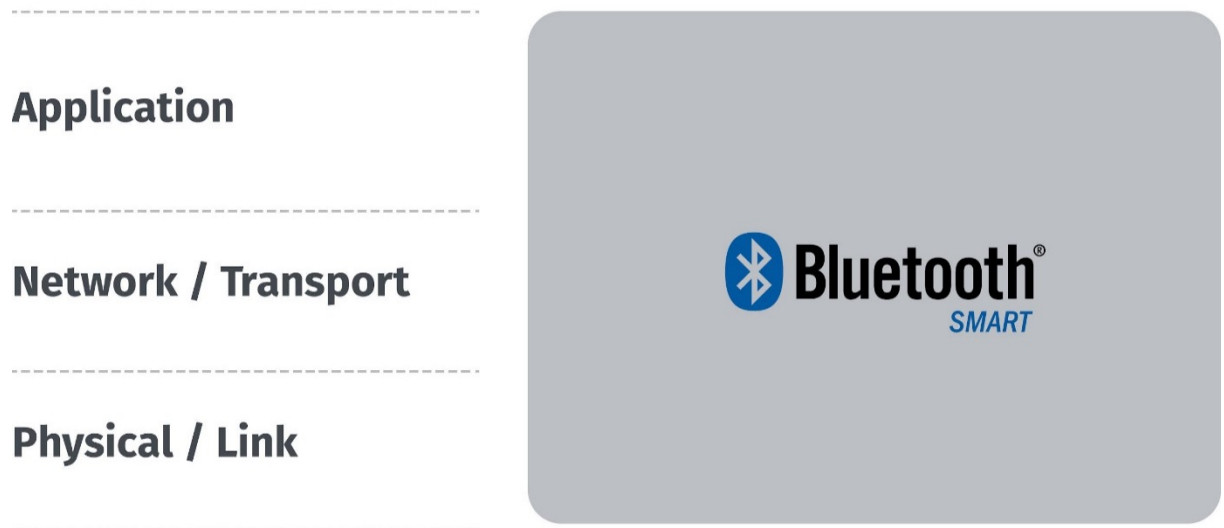


Рисунок 2.13 – Bluetooth Low Energy охоплює всі рівні моделі OSI

Переваги Bluetooth Low Energy:

- високий рівень стандартизації і сумісність з іншими пристроями Bluetooth.

- різних виробників;
- захист переданих даних;
- низька вартість;
- висока дальність дії (до 1000 м);
- універсальність і велика різноманітність
- модулів під різні завдання.

Для технології, спрямованої на невисоке енергоспоживання, Блютуз Low Energy володіє досить вражаючою швидкістю передачі даних - до 1 Мбіт/с (для свіжої п'ятої версії Блютуз це сенс збільшено до 2 Мбіт / с). Чим

швидше швидкість, що більш інформації можливо передати за одиницю часу. А це означає, власне що передавач Блутуз швидше вивільнить радіоефір, знижуючи що найбільш можливість появи колізій. Це містить надзвичайно вагоме значення при роботі в цьому понад завантаженому спектрі частот, як 2,4 ГГц.

Завдяки допомозі сплячих вузлів (пристрої, які проводять величезну частину часу неактивні, час від часу "прокидаються" на короткий час лише тільки для швидкого виконання свого завдання, а слідом за тим ще швидко повернуться в сплячий режим) Блутуз Smart гарантує заслуговує, хоч і не одне з кращих в галузі сенс терміну служби батареї, дозволяючи конкретним датчикам і перемикачів працювати більше року від крихітних батарейок-таблеток. Власне що стосується такого критично актуального параметра для ринку господарської автоматизації, як час резонансу приладу, то і тут Блутуз BLE показує підсумки на рівні популярних технологій.

Крім такого, Блутуз Smart містить захоплюючу функцію, якої немає у інших розглянутих нами технологій. Це наприклад іменовані маячки (beacons). Застосовуючи функцію визначення близькості Блутуз, маячки можуть змусити телефони виконувати конкретні дії, коли користувач знаходиться поблизу с ними. Маячки дають можливість ввести розмашистий діапазон оригінальних додатків: від push-повідомлень на базі визначення розташування до пропозицій чіткого позиціонування. Власне що особливо важливо, наприклад це то, власне що додавання кількох рядків коду в програмний стек - це все, власне що потрібно для обладнання розумового приладу за допомогою Блутуз функціональністю маячка.



Рисунок 2.14 – Маячки Bluetooth, реалізовані у вигляді окремих пристроїв

Функції, що базуються на здатності визначення близькості приладів Блютуз, можливі тільки лише спасибі що, власне що розумне прилад і телефон можуть прямо знатися один з одним. І це саме величезне конкурентну перевагу Блютуз. З усіх технологій бездротового зв'язку, що застосовуються в IoT, лише тільки Блютуз і Wi-Fi на початку підтримуються буквально всіма телефонами, планшетами та ноутбуками на ринку. Але, крім такого, власне що Wi-Fi не підходить для переважної більшості додатків онлайн речей, він до що ж орієнтує всі повідомлення крізь центральну точку доступу. І лише тільки Блютуз гарантує пряму зв'язок між телефонним апаратом і пристроєм. З точки зору користувача - це значна перевага, наприклад як йому треба лише тільки особливе додаток, щоб його девайс став «віддаленим дисплеєм» для розумової господарської мережі мудрих приладів. Крім такого, ця топологія важливо спрощує додавання нових конструкцій в існуючу мережу. З підтримкою Блютуз вся процедура має можливість бути максимально полегшена, інстинктивно зрозуміла і безпечна.

Недоліки Bluetooth Low Energy

- Щодо високе енергоспоживання
- (робота від автономних джерел живлення
- не завжди можлива). Передбачається, що
- цього недоліку буде позбавлена нова версія
- специфікації Bluetooth 4.0.
- Відносно невисока швидкість обміну

- даними (до 1 Мбіт / с). Як правило, реальна
- швидкість обміну даними обмежується
- пропускнуою спроможністю зовнішніх апаратних інтерфейсів модуля

Блютуз користується тим же спектром 2,4 ГГц, власне що і багато інших радіотехнологій, що охоплює не тільки вже згадані нами Wi-Fi, ZigBee і Thread, а й велику кількість інших приладів, таких як мікрохвильові печі, радіоняні або ж бездротові телефонні апарати. Не звертаючи уваги на те, власне що Блютуз забезпечений конкретним інструментарієм для протидії перешкод (в що кількості, наприклад, технологією адаптивної заміни частоти, яка гарантує дієздатність в ході передачі даних динамічно перемикається між 40 дешевими каналами, уникаючи найбільш гучних і завантажених), впровадження смуги частот 2,4 ГГц - це безперечний мінус. Так як, крім присутності незмінних перешкод, у спектра 2,4 ГГц є ще раз величезний дефект - знак на даній частоті загасає набагато швидше, ніж на частотах менше 1 ГГц, коли радіохвилі потрапляють через стінки і інші перешкоди, охоплюючи в що кількості і людяне труп.

З цієї ж підстави радіус дії технології Блютуз Low Energy не рахується її міцною стороною. Не звертаючи уваги на теоретичному рівні досяжні «до 100 метрів в зоні прямої видимості», для Блютуз 4 версії при роботі 2-ух приладів в приміщенні ви можливо зможете планувати на відстань до 10 метрів. Негаразди додає і що прецедент, власне що дана цифра міцно знаходиться в залежності не лише тільки від перешкод і перешкод, які стануть перебувати на шляху поширення сигналу, але і опцій виробників, наприклад як з Блютуз Smart у них є ймовірність в конкретних межах коригувати потужність сигналу приладу (в що кількості нарощувати його потужність і збільшувати енергоспоживання) [17].

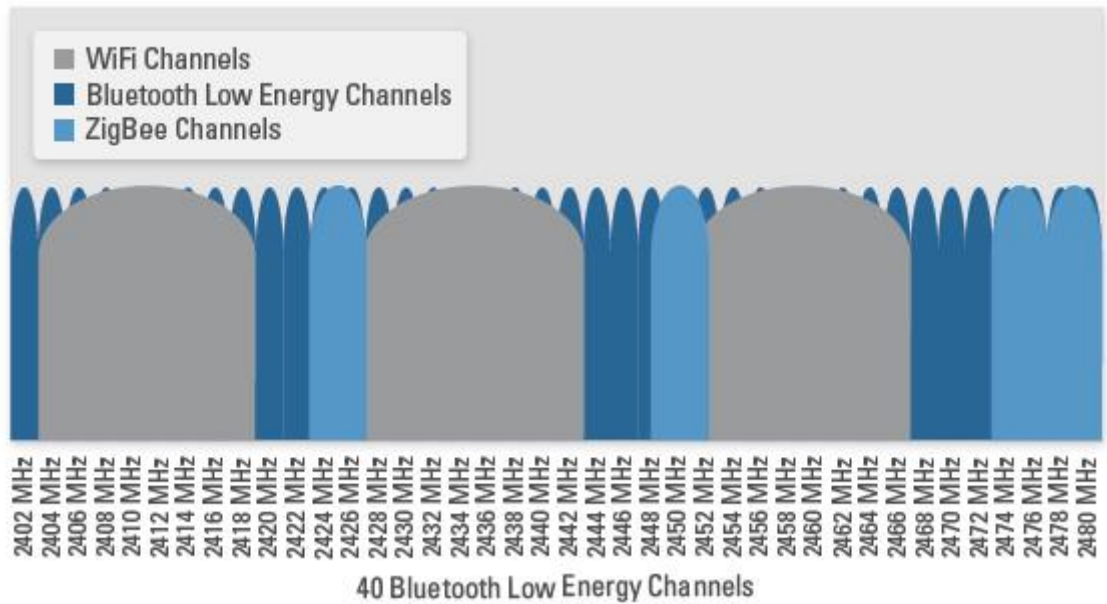


Рисунок 2.15 – Головний недолік Bluetooth Low Energy – конкуренція за діапазон частот 2,4 ГГц з Wi-Fi, Zigbee, мікрохвильовками, радіонянями та іншою електронікою

Є першопричина, по якій Блутуз Smart, навмисне створений для укладення завдань швидко розвивається IoT, буквально ні разу не розглядається як варіант для важких IoT-реалізацій, в що кількості і для зведення розгалужених мереж господарської автоматизації. Делов в тому, власне що він був спроектований для підтримки порівняно нескладних сіток з топологією "зірка". Вона погано підходить для створення жвавій, керованої датчиками гнучкою і надійною середовища, яку ми хотіли б бачити в наших мудрих оселях, не кажучи вже про кабінетах або ж промислових підприємствах. Mesh-мережа вважається необхідною топологією для численних додатків, тим більше тих, які вимагають розширеного спектру або ж рівноправної комунікації між приладами. В наслідок цього не дивно, власне що всі відомі протоколи в категорії з невисокою пропускнуою спроможністю (Z-Wave і ZigBee) маршрутизують повідомлення крізь пористі мережі. Блутуз ж, за рідкісними винятками, вираженими в декількох пропрієтарних рішень (які, до що ж, непорівнянних між собою), цю ймовірність не надавав.

Перспективи Bluetooth Low Energy

Одне з провідних переваги еталона Блютуз полягає в його найвищому рівні стандартизації та найширшому поширенні в складі користувальницьких електричних приладів. Це дозволяє в ряді випадків буквально в 2 рази зберегти час і витрати на розробку при проектуванні певної системи збору даних, телеметрії або ж управління на базі Блютуз, тому що в якості однієї зі сторін бездротового обміну даними має можливість грати, наприклад, звичайний серійно випускається ноутбук або ж комунікатор з допомогою наданої технології.

Mesh-мережа Блютуз міцно виділяється від інших технологій, які ми розбирали до сих пір. Провідне відмінність полягає в тому, як повідомлення поширюються крізь мережу. Як при маршрутизації на базі джерела повідомлення (Z-Wave), наприклад і при маршрутизації на базі призначення (ZigBee, Thread), будь-який звітка поширюється по конкретному шляху, передаючись від 1-го вузла до іншого, поки не доб'ється пункту призначення. Mesh-мережа Блютуз користується розклад, іменований керованої лавинної маршрутизацією. Він полягає в тому, власне що будь-який прилад ретранслює придбане ним звітка не по даному маршруту, а всіх вузлів, які опинилися в зоні впливу, а ті знову передають його всім вузлам, які опинилися в їх зоні впливу.

Даний розклад вважається найвищою мірою неоптимальним з точки зору застосування пропускну можливості мережі, хоч і не вимагає зведення таблиць маршрутизації і не потребує важких процедурах відновлення працездатності мережі. Цим чином, керована лавинна маршрутизація користується менше пам'яті і обчислювальних потужностей, власне що слушно впливає на підсумковій ціни готових висновків. Вона ще на теоретичному рівні має можливість показувати найкращу стабільність до перешкод в спектрі 2,4 ГГц, ніж інші результати, які працюють на що ж частоті, але лише тільки за умови досить непроникного розташування детекторів в мережі. Втім через подібний «ненажерливості» Mesh-мережі

Блютуз погано підходять для створення важких планів господарської автоматизації, не кажучи вже про всілякі платних впроваджень. Це, аналогічно, знають і самі творці, наприклад як 1-ша редакція Mesh Model Specification сфокусована сама на розумному освітленні.

Передбачається, власне що 1-а хвиля приладів за допомогою Mesh-мережі Блютуз швидко з'явиться на ринку. Згодом реалізації перших планів буде зрозуміліше, як розклад Блютуз виявиться дієвим для реалізації систем розумного освітлення, і чи може дана свіжа розробка гарантувати сумісність між різними постачальниками.

Але поки ж зрозуміло одне: Блютуз Low Energy в найближайші роки поки не здатний замерзнути надійної ґрунтом для реалізації повновагих планів вашої господарської автоматизації.

Таблиця 2.4 – Переваги і недоліки Bluetooth Low Energy

Переваги	Недоліки
Висока швидкість передачі даних в мережі	Погана перешкодозахищеність в перевантаженому діапазоні частот 2,4 ГГц
Помірне енергоспоживання в порівнянні з Wi-Fi	Недостатня надійність: не використовується топологія пористих мереж (можливо, з поширенням технології лавинної маршрутизації цей недолік буде усунений в нових моделях пристроїв)
Хороша сумісність: охоплені всі рівні моделі OSI	Малий практичний радіус дії (максимум до 10 м в приміщеннях). Топологія "зірка" не дозволяє розширювати мережу за допомогою ретрансляторів. Можливо, з поширенням технології лавинної маршрутизації цей недолік буде усунений в нових моделях пристроїв

2.3 Інтеграція Pronto і Domintell

Domintell - це автоматизована система управління, призначена для контролю і управління освітленням, опаленням, вентиляцією, водопостачанням, безпекою, аудіо / відео апаратурою та іншими системами будинку. Всі пристрої об'єднані одним кабелем, що робить систему гнучкою і дозволяє легко нарощувати її функції. Систему можна налаштовувати і модифікувати за бажанням. Всіма функціями системи можна управляти дистанційно з пульта або з мобільного телефону. Domintell дозволяє інтегрувати різні підсистеми, забезпечуючи їх злагоджену роботу і високу функціональність всього комплексу (рис.2.10).



Рисунок 2.16 - Побудова системи управління на основі Domintell

Всебічна інтеграція

Концепція розумного будинку має на увазі злагоджену роботу різних систем управління. Це дозволяє не тільки виключити конфлікти при їхньому функціонуванні, а й забезпечити стабільну взаємодію. Класичний приклад - кондиціонер не буде прохолоджувати приміщення в той час, коли його нагріває тепла підлога. Розумний будинок може управляти освітленням, шторами, кондиціонером, теплою підлогою, аудіо / відео апаратурою і ін. устаткуванням.

Функції:

- управління освітленням. Внутрішнє освітлення у всьому будинку, зовнішнє освітлення, динамічні світлові сцени дозволяють надати різного «настрою» приміщенню, включення при ходьбі, плавне включення ламп з урахуванням потужності, виключення всіх пристроїв за однією командою;

- управління силовими розетками. Включення / виключення груп розеток або окремих розеток у кожній кімнаті, при цьому можна управляти різними побутовими пристроями, наприклад, відключити телевізор в кімнаті, вимкнути живлення праски через заданий період часу, йдучи з дому відключити всі пристрої (крім певних) натисканням однієї кнопки;

- управління електродвигунами. Штори, жалюзі, ролети, автоматичні ворота, шлагбауми, гаражні ворота;

- sms-оповіщення та управління. Оповіщення на мобільний телефон при виникненні аварійних ситуацій - пожежа, затоплення водою, несанкціоноване проникнення. Будинком можна управляти навіть відправляючи SMS-повідомлення з мобільного телефону;

- безпека та сигналізація. Датчики руху, датчики закриття вікон і дверей забезпечують захист приміщень від несанкціонованого проникнення. До функцій безпеки також належить захист від затоплення водою, пожежна сигналізація, знеструмлення приладів йдучи, можливість відправки повідомлень по SMS при аварійних ситуаціях, включення сирен, імітація присутності. Крім того, система дозволяє організувати тривожні кнопки, наприклад, в дитячій кімнаті, біля ліжка хворого.

Функція «Мультирум»

Система мультирум забезпечує матричну комутацію аудіо сигналів по приміщеннях. Звук від різних джерел (DVD і CD програвачі, радіо) виводиться в необхідних приміщеннях. Управління перемиканням каналів, налаштуванням гучності вибір FM-станції по командам з ПЧ-пульта або настінних кнопок, по датчикам руху.(рис.2.11).

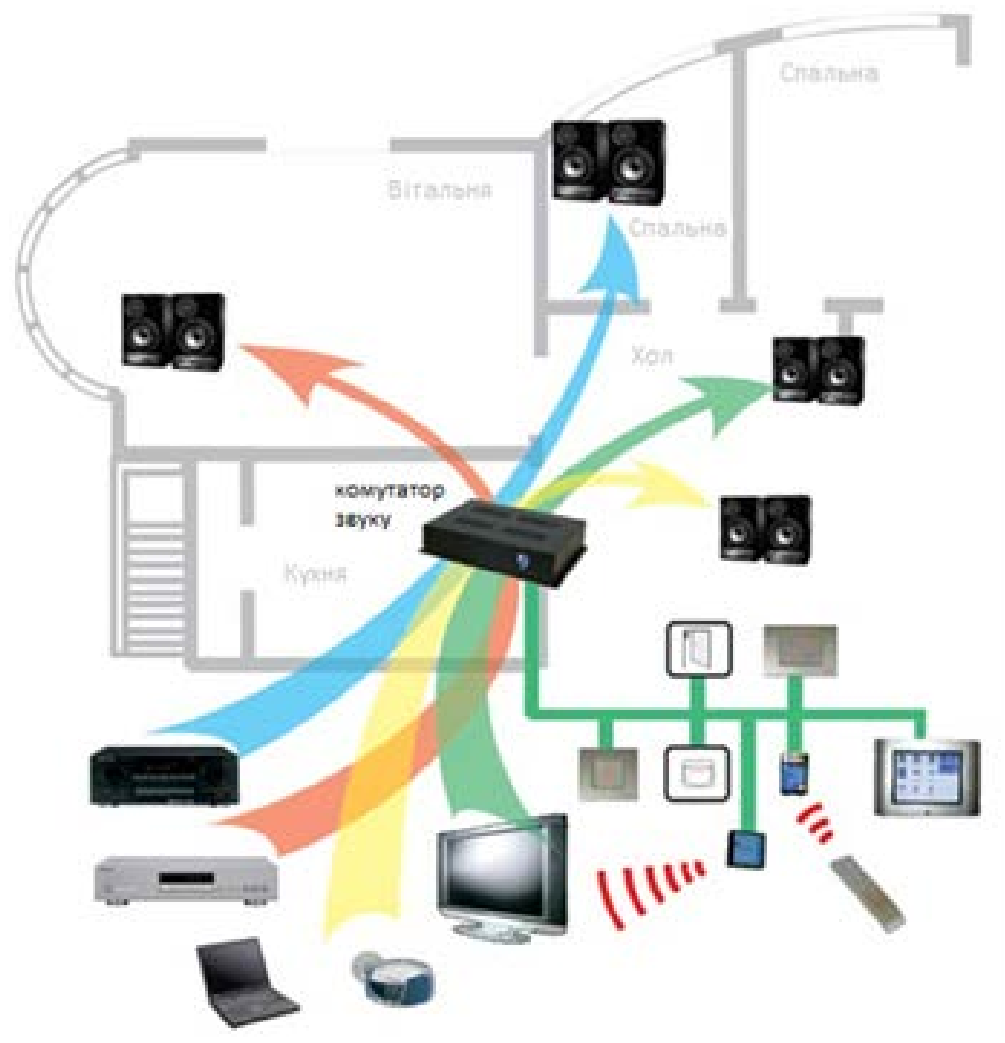


Рисунок 2.17 - Реалізація системи мультирум

Функції універсального дистанційного ІЧ-пульта

Система, маючи ІЧ-передавачі, може керувати пристроями, які підтримують керування по ІЧ-каналі. Таким чином, з пульта Domintell (рис.2.12), сенсорної панелі, кнопкових вимикачів або мобільного телефону можна дистанційно керувати плеєрами, кондиціонерами, телевізорами, CD / DVD програвачами у всьому будинку.

Система дозволяє управляти кліматом, як у всьому будинку, так і в окремих приміщеннях, забезпечуючи злагоджену роботу систем і приладів, відповідальних за клімат (система опалення, тепла підлога, вентиляція, кондиціонування, вологість) [18].



Рисунок 2.18 – Інтерфейс системи Domintell

Одна бездротова панель Philips Pronto TSU9600 замінить всі пульти дистанційного керування, за допомогою неї можна керувати аудіо/відео технікою та всіма функціями розумного будинку. Команди передаються по радіоканалу Wi-Fi.

Легкість конфігурування

Програмне забезпечення ProntoEdit Professional для конфігурації панелей TSU9600 реалізує простоту середовища для проектування системи віддаленого управління. Об'єднання апаратури в шаблон дозволяє просто створювати складні сценарії для комплексного управління цим набором.

Інтеграція з розумним будинком Domintell

Бездротова панель Philips Pronto TSU9600 чудово інтегрується з системою Domintell, отримуємо коректне управління функціями розумного будинку:

- освітлення, динамічні світлові сцени;
- опалення (кондиціонер, тепла підлога);
- жалюзі, ролети, ворота;
- мультимедіа.

Технічна реалізація

Можливі три способи зв'язку бездротова панелі Pronto і системи Domintell:

- пряме управління через ІК-канал;
- управління через Wi-Fi з взаємодією через ІЧ-канал;
- управління через Wi-Fi з взаємодією через інтерфейс RS232.

Висновки до розділу

Зараз абсолютний фаворит за порівнянням приладів різних виробників в рамках одного протоколу - розробка Z-Wave. Галузевий консорціум Z-Wave Alliance пропонує зрозумілу програму сертифікації пристроїв розумного житла і чітко слфдує за виконанням її критеріїв. Z-Wave охоплює всі рівні моделі OSI. Але на відміну від, наприклад, Блютуз Smart (який також підтримує всі ці рівні), протокол Z-Wave на початку розроблявся як розробка комерційної мережі з високим рівнем відмовостійкості. Крім такого, Z-Wave - єдина з відомих технологій, яка не користується перевантаженим до межі частотним спектром 2,4 ГГц. Всі ці якості дозволили Z-Wave Alliance зробити, без перебільшення, найрозвиненішу в світі екосистему приладів розумного житла (понад 100 млн впроваджень і більше 2,5 тис. найменувань товарів від більше ніж 700 міжнародних виробників).

У Zigbee і Bluetooth Smart також є шанси на становлення. У першому випадку розробники намагаються вирішити проблему внутрішньопроTOCOLьної порівнянності шляхом застосування надбудови Dotdot. Але, беручи до уваги гігантську кількість інстальованих Zigbee-пристроїв колишніх поколінь і м'яку політику сертифікації Zigbee Alliance, мало ймовірно вірити у жвавий прорив в проекті безпроблемної роботи девайсів Zigbee різних виробників. Крім такого, ймовірним конкурентом Zigbee є протокол Thread, який, втім поки наприклад і залишається "темною конячкою" на ринку розумних осель.

У випадку з Блютуз Low Energy, можливості цього протоколу багато в чому залежать від того, наскільки успішними будуть спроби втілити в життя в ньому топологію пористих сіток. І Bluetooth, і Zigbee, і Thread агресивно прив'язані до зашумлення радіодіапазону 2,4 ГГц. І цей дефект навряд чи буде усунутий в найближчому майбутньому.

Ринок безпроводових технологій розумного житла швидко змінюється. Постійними залишаються лише тільки запити щодо низького споживання енергії приладів, цифрової захищеності, відмовостійкості мережі, можливості приладів протистояти радіоперешкодам, простоти включення. Вибираючи технологічну базу для розумного житла, треба ретельно зважувати на всі ці моменти.

З БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИЙ ВИБІР КРАЩОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

3.1 Порівняльний аналіз деяких технологій бездротового доступу мережі управління розумним будинком

В попередньому розділі було розглянуто технології безпроводових систем розумного будинку. Побачивши переваги та недоліки, можливості, перспективи порівнюємо їх в невеликій таблиці (табл. 3.1).

Таблиця 3.1– Таблиця порівняння безпроводових технологій

Протокол	ZigBee	Thread	Bluetooth Low Energy	Wi-Fi
Діапазон	2.4-GHz industrial scientific- medical (ISM)	2.4-GHz ISM	2.4-GHz ISM	2.4-GHz/5-GHz ISM
Пропускна здатність	250 кбіт/с	250 кбіт/с	До 2 Мбіт/с	До сотен Мбіт/с
Дальність дії	До кількох сотень метрів, роутери можуть значно розширити цей діапазон	До кількох сотень метрів, маршрутизатори можуть значно розширити цей діапазон	Сотні метрів в версії Bluetooth 5.0	Десятки метрів за умови використання декількох точок доступу

Продовження табл. 3.1

Протокол	ZigBee	Thread	Bluetooth Low Energy	Wi-Fi
Тип і термін служби батареї	Може працювати на CR2032 кілька років	Може працювати на CR2032 кілька років	Може працювати на CR2032 кілька років	Може працювати на AAA / AA протягом багатьох років
топологія	чарункова мережа	чарункова мережа	«Точка- точка», чарункова мережа	«Зірка», іноді чарункова мережа, яка використовується для розширення діапазону
Найкраща пропускна здатність	При використанні з'єднань типу «От- багатьох-к- одному», «один-ко- многим», «багато-до- багатьох»	При використанні з'єднань типу «От- багатьох-к- одному», «один-ко- многим», «багато-до- багатьох»	При використанні з'єднань типу «один- до-одного»	При використанні з'єднань типу «пристрій- хмара» і «хмара- пристрій», підтримка «один- до-одного», «один-ко- многим» і «багато-до- багатьох»

Продовження табл. 3.1

Протокол	ZigBee	Thread	Bluetooth Low Energy	Wi-Fi
Рівні подання протоколів	Мережевий і прикладної рівні	Мережевий	Мережевий і прикладної	Канальний рівень, але все IP-стандарти можуть працювати на верхніх рівнях
Програма сертифікації та взаємодії	Сертифікація кінцевого продукту	Сертифікація кожного кроку	Сертифікація кожного кроку	Сертифікація канального рівня і деяких стеків з верхніх рівнів
Безпека	Опціональне мережеве шифрування і аутентифікація через встановлений код	Обов'язкове шифрування. Заснована на паролі аутентифікація з протоколом «датаграму безпеки транспортного рівня (Datagram Transport Layer Security (DTLS))	Асиметричне шифрування для генерації та обміну ключами, з'єднання парних ключів	Аутентифікація на основі паролів і сертифікатів, що підтримує всі стандарти безпеки на основі IP

Продовження табл. 3.1

Протокол	ZigBee	Thread	Bluetooth Low Energy	Wi-Fi
Можливість IP-підключення	Є потреба у додатковому шлюзі	Власна адресація IPv6; потрібно мати маршрутизатор для перетворення з 802.15.4 в додатковий IP-інтерфейс	Є потреба у додатковому шлюзі	вбудована

3.2 Вибір між ZigBee та Z-Wave

Обидва ці протоколи мають подібні якості, які роблять вибір одного складним, але необхідним.

У цій статті ми представимо подібності та відмінності між Z-Wave і ZigBee, щоб ви могли зробити усвідомлений вибір для своїх потреб.

Два стандарту розумного будинку зіткнуться в наступних сегментах:

- надійність;
- Interoperability;
- спектр;
- конфігурація;
- безпека;
- потужність;
- глобальна сумісність;
- вартість.

1. Надійність

У разі якщо ваші мудрі приладу не стануть надійними, у вас стане нехороший час. Це засмучує, коли що-небудь не працює, коли ти цього хочеш.

Надійність нерідко вважається завданням, коли принципово задуматися про те, як влаштувати особистий житло розумним і обрати безпрограшний протокол. Тим більше, коли мова йде про захищеність.

2. Interoperability

Z-Wave, і ZigBee числяться надійними, але Z-Wave все ще займає 1-е простір в даному розділі. Першопричина в смузі частот. У той час як ZigBee користується смуги частот, які нерідко переповнені (наприклад, по Wi-Fi), Z-Wave працює на різних частотах в будь-якому ареалі. Як і при переміщенні по проїжджій частині без автомашин, Z-Wave містить найменшу можливість перешкод, втрачених або ж не вселяють довіру сигналів через перевантаження в мережі.

Ми не розмовляємо, власне що ZigBee не надійний. Елементарно можливість появи завдань в мережі ZigBee вище, ніж в мережі Z-Wave.2.

Цілком ймовірно, ви спробуєте рулити усіма власними приладами з підтримкою 1-го концентратора і 1-го додатку. Присутність декількох концентраторів і додатків влаштує ваш мудрий житло значно найменш комфортним для користувача. Щоб домогтися цього, всі ваші приладу зобов'язані володіти ймовірністю знатися один з одним - вони зобов'язані бути сумісні. І для цього їм потрібно підтримувати раз і що ж мережевий протокол. Ви ще зобов'язані задуматися про власних прийдешніх продуктах - чи стануть вони сумісні з вашими старими?

Z-Wave Alliance відповідає за сертифікацію всіх приладів Z-Wave, власне що вважається однією з ключових підстав, по якій Z-Wave має можливість випередити ZigBee. Спасибі даними складовим управління ви зможете бути не сумніваємося, власне що будь-який прилад Z-Wave буде працювати з будь-яким контролером Z-Wave, в разі якщо вони сертифіковані. На момент написання даної замітки є більше 700 фірм з більше ніж 2600 сертифікованими продуктами. З Z-Wave, коли ви купуєте свіже розумовий прилад, шукайте логотип Z-Wave з торговою маркою на продукті. Поки ж

прилад сертифіковано, ви можете включити його до наявної мережі, і прилад почне взаємодіяти з вашим концентратором і іншими розумовими приладами.

Аналогічно Альянсу Z-Wave, є Союз ZigBee. Порівнянність приладів ZigBee не скажеш надійна через дворівневої сертифікації - сертифікації оснащення і програмного забезпечення. У разі якщо ви купуєте свіже прилад, в тому числі і в разі якщо на ньому написано «ZigBee ready», насправді воно має можливість не працювати з усіма вашими сьогоdnішніми приладами, внаслідок того власне що воно сертифіковане лише тільки для оснащення, а не для програмного забезпечення. Є ще велика кількість приладів ZigBee, які сумісні один з одним. При придбання зверніть турбота на сертифікацію ZigBee для господарської автоматизації.

3. Спектр

Ще одна значуща річ, яку йде по стопах брати до уваги, це дальність сигналу. У разі якщо у вас величезний житло або ж ви бажаєте застосувати приладу на розкритому повітрі, ваш концентратор зобов'язаний відправляти і отримувати дані з величезних відстаней.

ZigBee містить спектр 10-20 метрів (32-65 футів), якого має можливість бути досить у вашому випадку, але він не відповідає дальності Z-Wave 100 метрів (323 футів).

Це означає, власне що з Z-Wave ви отримуєте більше добросердного спокою, коли мова заходить про надійність, тому що приладу за межами спектра можуть замерзнути досить не вселяє довіри. І Z-Wave, і ZigBee роблять порожнисту мережу, власне що означає, власне що приладу ще трудяться як повторювачі. У разі якщо у вас є прилад в будь-якої кімнаті, спектра ZigBee має можливість бути досить. У разі якщо немає, ви зіткнетеся з завданнями і будете зобов'язані перевести концентратор і / або ж приладу. У разі якщо це цілком ймовірно для вас, ми радимо для вас застосувати Z-Wave.

Як уже згадувалося, і Z-Wave, і ZigBee вважаються ніздрюватими мережами, власне що означає, власне що приладу можуть працювати як повторювачі, в наслідок цього знак має можливість «перестрибувати» з 1-го

приладу на інше. Z-Wave допускає лише тільки до 4 стрибків сигналу, власне що означає, власне що з концентратора знак має можливість передаватися на 3 додаткових приладу. Крім такого, 1 мережу Z-Wave містить верхній кордон 232 приєднаних приладів.

ZigBee значно більше гнучкий в даному розділі. Немає межі що, скільки один знак має можливість передаватися з 1-го приладу на інше. Він має можливість відскочити від 100 приладів, в разі якщо ви налаштуєте його так, тому що ймовірно чисельність приладів, які можливо включити до однієї мережі ZigBee, обчислюється тис ..

Розмовляють, власне що чим будь-якого іншого і корисніше? Але це не все, власне що ZigBee значно більше гнучкий, ми повинні думати про реальний застосуванні. Чи можливо включити 5000 приладів і змусити знак відскочити сотки раз? Швидше за все немає. ZigBee дозволяє застосувати більшу кількість відскоків, що, на теоретичному рівні, дозволить вам налаштувати приладу далі, але ми зобов'язані брати на себе під турбота дальність сигналу. Як ми згадували вище, спектр сигналу приладів Z-Wave набагато більше, ніж у ZigBee. За допомогою цієї функції ZigBee відшкодує особистий короткий спектр сигналу, але навряд чи ви будете його застосувати.

5. Захищеність

Коли наприклад велика кількість приладів у вашій оселі підключені один до одного, ви зможете запитати, як безпечна мережа. Останнє, власне що ми бажаємо, - щоб якийсь злісний злочинець отримав доступ до всіх наших побутових приладів. Охоплюючи замок фронтальної двері.

На щастя, і Z-Wave, і ZigBee використовують стереотип шифрування AES 128, який ще застосовується урядами і банками. Це готує обидві мережі досить безпечними.

В перші дні захищеність Z-Wave застосовувалася лише тільки в продуктах контролю доступу, таких як дверні замки і приладу відкривання гаражних воріт. Це вже не так. Щоб отримати заохочення Z-Wave Alliance, будь прилад Z-Wave належить підключати свіжу передову платформу Security

2, яка готує буквально нездійсненною злом приладу під час процесу підключення.

Ні 1 мережа не має можливість гарантувати 100% захищеність, але Z-Wave і ZigBee мають найвищі стереотипи захищеності, в наслідок цього немає підстав для занепокоєння.

6. Потужність

Коли справа доходить до енергоспоживання, обставини значно більше рівнозначні між ними. Обидві числяться мережами з досить невисоким вживанням. У порівнянні з Wi-Fi вони споживають тільки маленьку частка енергії. Це 1 з ключових підстав їх популярності. Мала батарея, яка пропрацює кілька днів на приладі Wi-Fi, має можливість роками жити приладу Z-Wave або ж ZigBee. Це не відноситься до приладів, які працюють як повторювачі - вони споживають значно більше енергії. Ми рекомендуємо для вас не ставити власні приладу в якості повторителів, в разі якщо в даному немає потреби. Приладу з харчуванням від батареї не можуть бути поставлені в якості повторювачів.

У разі якщо базікати про відмінності в енергоспоживанні між Z-Wave і ZigBee, ми не можемо заявити, власне що одне очевидно більше дієво, ніж інше. Перш ZigBee був більше енергоефективним, ніж Z-Wave, але в останні роки різниця ставала все менше і менше, тим більше з виходом у світ приладів Z-Wave Plus.

7. Масова порівнянність

ZigBee бере тортік в даному розділі. Але частота 2,4 ГГц і містить вищезгаданий дефект переповненій частоти, вона сумісна на масовому рівні. Автономно від такого, в яку країну ви переміщаєте власні приладу ZigBee, у них не стане завдань з включенням до нормальної частоті 2,4 ГГц.

Це не скажеш з Z-Wave. Z-Wave користується різні радіочастоти на різних материках. Це означає, власне що в разі якщо ви переїдете, для вас буде необхідно купувати свіжі приладу. Ви не зможете елементарно перевести мережу Z-Wave з USA в Європу.

8. Вартість

Тут немає очевидного фаворита. Як Z-Wave, наприклад і ZigBee пропонують велику кількість розумових приладів на вибір. Ви зможете відшукати приладу в різних цінових категоріях, наприклад власне що ви зможете обрати те, власне що відповідає вашому бюджету.

Висновки до розділу

Не можна перерахувати всі можливі причини, за якими ви зможете обрати одну або ж іншу технологію. Вибір вважається персональним, і є конкретні можливі причини, за якими ви зможете обрати одну з них. Наприклад, Amazon Key буде працювати лише тільки з ZigBee. В наслідок цього, в разі якщо ви бажаєте, щоб ваші продукти Amazon доставлялися в ваш будинок, для вас буде необхідно піти з ZigBee. Для інших єдиною необхідною річчю має можливість бути надійність, в даному випадку ви йдете з Z-Wave. У кожного з нас власні потреби, в наслідок цього йдуть на компроміс і виберіть те, власне що для вас більш підходить.

Але в разі якщо б нам довелося обирати технологію (і ми зобов'язані були), ми б порадили Z-Wave. На наш погляд, видатні якості Z-Wave переважають видатні якості ZigBee.

З Z-Wave легше налаштувати надійну мережу для вашого розумного житла. Ось чому все приладу Qubino сертифіковані Z-Wave Alliance і щоразу працюватимуть спільно, щоб зробити швидку, безпечну і надійну мережу.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі проведено порівняння технологій безпроводового доступу для мереж в системах управління розумним будинком.

1. Встановлено, що основними складовими розумного будинку є пристрої, контроль над якими необхідно автоматизувати в рамках системи розумного будинку; датчики, що забезпечують збір інформації в системі розумного дому; мікроконтролери, що об'єднують датчики в групи та надсилають інформацію від сервера в кінцеві вузли; сервер, який створює інтерфейс між користувачем та системою розумного дому, саме він відповідає за надійність, функціональність; канали передачі даних, по яким передають дані з урахуванням наданої послуги (безпека, швидкість тощо); хмара, яка виступає у ролі зовнішньої служби, що виконує функції бази даних для статистики та іншої службової інформації; мобільні пристрої, за допомогою яких користувач через сервер керує системою розумного дому.

2. До безпроводових технологій, які можна застосовувати для керування системами розумного будинку, віднесено такі технології: Wi-Fi, Z-Wave, ZigBee, Thread, Bluetooth Low Energy. Встановлено, що технологію Wi-Fi не доцільно використовувати в системах розумного будинку, окрім випадків, коли потрібно забезпечити стабільний та надійний зв'язок з віддаленими системами, такми як хмара.

3. Недоліками технологій ZigBee, Thread, Bluetooth Low Energy, які можуть обмежувати їх застосування для систем розумного будинку, є прив'язка до зашумленого спектру в діапазоні 2,4 ГГц, тоді як технологія Z-Wave використовує різні діапазони частот, зокрема, менш зашумлений діапазон 869 МГц.

4. Запропоновано ряд критеріїв, за якими можна визначити можливість застосування безпроводової технології в системах управління розумним будинком. До таких критеріїв віднесено: надійність, використання частотного

спектру, мережна конфігурація, безпека, потужність, глобальна сумісність, вартість.

5. Показано, що критерію надійності організації та підтримки зв'язку шляхом підтримки чарункових мереж відповідають такі технології, як Z-Wave, ZigBee, Thread. Наскрізню підтримку усіх рівнів моделі OSI та високий рівень сумісності пристроїв забезпечують лише технології Z-Wave та Bluetooth. Оскільки технології ZigBee, Thread мають проблеми із сумісністю пристроїв різних поколінь, рекомендовано в системах розумного будинку використовувати пристрої на основі технології Z-Wave.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Мій домовик. Розумний будинок без проводів і ремонту. URL: <https://moy-domovoy.ru/> (дата звернення: 10.11.2019 р.)
2. Future2DAY. URL: <https://future2day.ru/> (дата звернення: 10.11.2019 р.)
3. Безрук В.М. Многокритериальный анализ и выбор средств телекоммуникаций: Монография / Безрук В.М., Чеботарьова Д.В., Скорик Ю.В. – Харьков: ФОП Коряк С.Ф., 2017. – 268с.
4. Харке В.Н. Розумний будинок. Об'єднання в мережу побутової техніки та систем комунікацій в житловому будівництві / Харке В.Н. – М.: Техносфера, 2006. - 292с.
5. Сааті Т. Аналітичне планування Організація систем: Пер. з англ. / Сааті Т., Кернс К. - М.: Радіо і зв'язок, 1991. – 224с.
6. Методичні вказівки з виконання атестаційної роботи бакалавра для студентів усіх форм навчання напряму 6.05903 «Телекомунікації» по кафедрі «Інформаційно-мережна інженерія» [Електронний документ] / Упоряд. А.І. Костромицький. – Харків: ХНУРЕ, 2017. – 37 с.
7. Bloch J. Effective Java / Joshua Bloch. – London: Addison-Wesley, 461.
8. Yener M. JEE Patterns for professionals / Murath Yener. – St. Pererburg: Piter, 2016. – 238 с.
9. Сервис-ориентированная архитектура ИС. URL: https://studopedia.su/10_104529_servis-orientirovannaya-arhitektura-is.html (дата звернення: 01.06.2020 р.)
10. Patrascu M. Integrating Services and Agents for Control and Monitoring: Managing Emergencies in Smart Buildings. Service Orientation in Holonic and Multi-Agent Manufacturing and Robotics. / Patrascu., 2014. – 544 с.
11. Dickson B. How to prevent your IoT devices from being forced into botnet bondage. URL: <https://techcrunch.com/2016/08/16/how-to-prevent-your-iot-devices-from-being-forced-into-botnet-slavery/> (дата звернення: 01.06.2020 р.).

12. Is IoT Security a Ticking Time Bomb. URL: <https://securityintelligence.com/is-iot-security-a-ticking-bomb/> (дата звернення: 01.06.2020 р.).
13. Building Automation System Clawson Michigan Clawson Manor. URL: <https://cooljohnson.com/Building-Automation-Systems-Michigan/Clawson-Michigan/Building-Automation-System-Clawson-Manor.html> (дата звернення: 20.05.2020 р.).
14. Т. Р. Элсенпитер. Умный Дом строим сами / Т. Р. Элсенпитер, Дж Велт/ КУДИЦ-ОБРАЗ. 2005. – 384с.
15. В.Н. Харке. Умный дом. Объединение в сеть бытовой техники и систем коммуникаций в жилищном строительстве / В.Н. Харке– М.: Техносфера.
16. М. Э. Сопер. Практические советы и решения по созданию « Умного дома » / М. Э. Сопер. – М.: НТ Пресс, 2007. – 432 с.
17. Р. Элсенпитер, Дж. Велт. «Умный Дом строим сами» / Т. Р.Элсенпитер, Дж Велт / КУДИЦ-ОБРАЗ. 2005. – 384с.
18. В.Н. Гололобов. «Умный дом» своими руками. / В.Н. Гололобов – М.: НТ Пресс, 2007. – 416 с.

ДОДАТОК А

SUMMARY

The **Z-Wave** protocol is an interoperable, wireless, RF-based communications technology designed specifically for control, monitoring and status reading applications in residential and light commercial environments. Mature, proven and broadly deployed (with over 100 million products sold worldwide), Z-Wave is by far the world market leader in wireless control, bringing affordable, reliable and easy-to-use ‘smart’ products to many millions of people in every aspect of daily life.

For a more complete look at Z-Wave technology for non technologists, and to learn more about Z-Wave’s role as a key enabling technology for the Internet of Things and connected objects, please visit www.z-wave.com.

Z-Wave Technology Essentials:

1. Low Powered RF communications technology that supports full mesh networks without the need for a coordinator node
2. Operates in the sub-1GHz band; impervious to interference from Wi-Fi and other wireless technologies in the 2.4-GHz range (Bluetooth, ZigBee, etc.)
3. Designed specifically for control and status apps, supports data rates of up to 100kbps, with AES128 encryption, IPV6, and multi-channel operation
4. Full interoperability through layer 6 with backwards compatibility to all versions.
5. Successfully bridged and trialed with OpenADR, SEP 1, SEP 1.1 and other Smart Energy protocols.
6. Shares the same position in the NIST / SGIP Catalog of Standards as the IEEE 802.11 and 802.15 and 802.16 families
7. For more in-depth technical materials on Z-Wave, please visit our Developer Section, or consider membership in the Z-Wave Alliance.

Z-Wave Market Facts:

Over 2400 interoperable products available, 100 million Z-Wave products worldwide.

Extensively used in residential systems throughout numerous business spectrums, including ADT, Alarm.com, AT&T, DSC, GE/Interlogics, Honeywell, Lowes, Verizon, Vivint, and other prominent service providers worldwide.

Found in thousands of hotels, cruise ships, and vacation rentals; including 65,000 devices in the flagship Wynn Hotel in Las Vegas, NV.

Actively supported by over 700 manufacturers and service providers throughout the world.

Designed specifically for control, monitoring and status operations; no interference from Wi-Fi or other 2.4GHz wireless technologies in similar band.

Zigbee is an IEEE 802.15.4-based specification for a suite of high-level communication protocols used to create personal area networks with small, low-power digital radios, such as for home automation, medical device data collection, and other low-power low-bandwidth needs, designed for small scale projects which need wireless connection. Hence, Zigbee is a low-power, low data rate, and close proximity (i.e., personal area) wireless ad hoc network.

The technology defined by the Zigbee specification is intended to be simpler and less expensive than other wireless personal area networks (WPANs), such as Bluetooth or more general wireless networking such as Wi-Fi. Applications include wireless light switches, home energy monitors, traffic management systems, and other consumer and industrial equipment that requires short-range low-rate wireless data transfer.

Its low power consumption limits transmission distances to 10–100 meters line-of-sight, depending on power output and environmental characteristics.[2] Zigbee devices can transmit data over long distances by passing data through a mesh network of intermediate devices to reach more distant ones. Zigbee is typically used in low data rate applications that require long battery life and secure networking (Zigbee networks are secured by 128 bit symmetric encryption keys.) Zigbee has a defined rate of 250 kbit/s, best suited for intermittent data transmissions from a sensor or input device.

Zigbee was conceived in 1998, standardized in 2003, and revised in 2006. The name refers to the waggle dance of honey bees after their return to the beehive.

Thread is an IPv6-based, low-power mesh networking technology for IoT products, intended to be secure and future-proof. The Thread protocol specification is available at no cost, however this requires agreement and continued adherence to an EULA which states that "Membership in Thread Group is necessary to implement, practice, and ship Thread technology and Thread Group specifications.

In July 2014, the "Thread Group" alliance was announced, which is a working group with the companies Nest Labs (a subsidiary of Alphabet/Google), Samsung, ARM Holdings, Qualcomm, NXP Semiconductors/Freescale, Silicon Labs, Big Ass Solutions, Somfy, OSRAM, Tyco International, and the lock company Yale in an attempt to have Thread become the industry standard by providing Thread certification for products. In August 2018 Apple joined the group raising hopes it will help popularize the protocol.

Thread uses 6LoWPAN, which in turn uses the IEEE 802.15.4 wireless protocol with mesh communication, as does Zigbee and other systems. Thread however is IP-addressable, with cloud access and AES encryption. A BSD licensed open-source implementation of Thread (called "OpenThread") has also been released by Nest.

In 2019, the Connected Home over IP project, led by Zigbee, Google, Amazon and Apple, announced a broad collaboration to create a royalty-free standard and open-source code base to promote interoperability in home connectivity, leveraging Thread as well as Wi-Fi and Bluetooth Low Energy.

Bluetooth Low Energy (Bluetooth LE, colloquially BLE, formerly marketed as Bluetooth Smart) is a wireless personal area network technology designed and marketed by the Bluetooth Special Interest Group (Bluetooth SIG) aimed at novel applications in the healthcare, fitness, beacons, security, and home entertainment industries. It is independent of Bluetooth BR/EDR and has no compatibility, but BR/EDR and LE can coexist. The original specification was developed by Nokia in

2006 under the name Wibree, which was integrated into Bluetooth 4.0 in December 2009 as Bluetooth Low Energy.

Compared to Classic Bluetooth, Bluetooth Low Energy is intended to provide considerably reduced power consumption and cost while maintaining a similar communication range. Mobile operating systems including iOS, Android, Windows Phone and BlackBerry, as well as macOS, Linux, Windows 8 and Windows 10, natively support Bluetooth Low Energy.